

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Российский ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт травматологии
и ортопедии имени Р.Р. Вредена»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

На правах рукописи

КОНОВАЛЬЧУК
Никита Сергеевич

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТАКТИКИ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ
БОЛЬНЫХ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ПЕРЕЛОМОВ ПЯТОЧНОЙ КОСТИ

14.01.15 – травматология и ортопедия

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель
к.м.н. Е.П. Сорокин

Санкт-Петербург - 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ПЕРЕЛОМОВ ПЯТОЧНОЙ КОСТИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	12
1.1. Анатомия пяточной кости	12
1.2. Переломы пяточной кости, механизм травмы, классификация, основные компоненты смещения фрагментов	18
1.3. Лечение переломов пяточной кости	22
1.4. Осложнения неправильно сросшихся переломов пяточной кости и основные источники болевого синдрома	26
1.5. Короткая и длинная малоберцовые мышцы, анатомия, причины возникновения нестабильности и возможные последствия	31
1.6. Лечение пациентов с последствиями переломов пяточной кости	35
1.7. Резюме	44
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	46
2.1. Структура и общая характеристика диссертационного исследования	46
2.2. Общая характеристика пациентов, включенных в исследование	48
2.3. Методы обследования пациентов	50
2.3.1. Клинический метод исследования	51
2.3.2. Рентгенологический метод исследования	57
2.3.3. Методика оценки морфологических изменений в структуре сухожилия короткой малоберцовой мышцы при наличии латерального импинджмент-синдрома	61
2.4. Статистическая обработка полученных результатов	62

ГЛАВА 3. КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ РЕТРОСПЕКТИВНОЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ГРУППЫ	64
3.1. Общая характеристика клинико-функциональных показателей пациентов ретроспективной группы	64
3.2. Выполнение операции артродезирования подтаранного сустава у пациентов ретроспективной группы	70
3.3. Оценка факторов, повлиявших на результат оперативного лечения у пациентов ретроспективной группы	71
3.4. Формирование алгоритма лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости	80
3.5. Резюме	89
ГЛАВА 4. КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПРОСПЕКТИВНОЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ГРУППЫ	90
4.1. Общая характеристика клинико-функциональных показателей пациентов основной группы до операции	90
4.2. Особенности операций у пациентов проспективной клинической группы и алгоритм их выбора	93
4.3. Динамика восстановления функции стоп в первые два года после корригирующих операций в проспективной группе исследования	108
4.4. Гистологические изменения в структуре сухожилии короткой малоберцовой мышцы при наличии латерального импинджмент-синдрома у пациентов проспективной группы	113
4.5. Резюме	121

ГЛАВА 5. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФУНКЦИИ СТОП И РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ РЕТРОСПЕКТИВНОЙ И ПРОСПЕКТИВНОЙ КЛИНИЧЕСКИХ ГРУПП	123
5.1. Общая характеристика проведенных сравнений	123
5.2. Сравнительная оценка рентгенологических показателей пациентов проспективной, основной и контрольной ретроспективных подгрупп после операции	124
5.3. Сравнительная оценка функциональных результатов лечения пациентов проспективной, основной и контрольной ретроспективных подгрупп после операции	132
5.4. Осложнения при хирургическом лечении пациентов с последствиями переломов пяточной кости	135
5.5. Положительные и отрицательные стороны при выполнении различных операций у пациентов с последствиями переломов пяточной кости	140
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	143
ВЫВОДЫ	150
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	152
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	153

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Частота переломов пяточной кости составляет 1,2 – 4% от переломов всех костей скелета и 20 – 40% от переломов костей стопы (Csizy M. et al., 2003; Якимов Л.Я., 1988; Ахтямов И.Ф., 2003). Около 60 – 75% от всех переломов пяточной кости являются внутрисуставными и сопровождаются смещением отломков (Корышков Н.А., 2005; Coughlin M.J., Saltzman C.L., Anderson R.B., 2014). Лечение таких переломов требует значительного опыта хирурга, индивидуально подобранной тактики лечения и полноценного оснащения, но даже при соблюдении всех требований риск возникновения осложнений остается достаточно высоким.

При консервативном лечении внутрисуставных переломов пяточной кости частота неудовлетворительных результатов может достигать 32 – 82% случаев (Kitaoka H.V. et al., 1994). При анализе результатов открытой репозиции и внутренней фиксации переломов более чем у 100 пациентов R. Sanders обнаружил, что неудовлетворительные результаты могут достигать 19% при лечении переломов 2-го типа (по предложенной им классификации) и до 47% при лечении переломов 3-го типа. Болевой синдром по визуально-аналоговой шкале у таких пациентов может достигать 8 – 9 баллов (Sanders R. et al., 2014).

Основная часть пациентов с последствиями переломов пяточной кости – это люди трудоспособного возраста (Al-Ashhab M.E.A., 2013). Так, согласно опубликованным результатам исследований, доля лиц молодого и среднего возраста (18 – 59 лет) среди таких пациентов составляет 88%, при этом умеренный повседневный болевой синдром присутствует у 75% из обследованных пациентов, а постоянные сильные боли – у 22% (Мирошникова Е.А., 2009). Схожие данные подтверждаются зарубежными авторами: отмечается, что доля лиц работоспособного возраста может достигать 90%, а постоянно существующий болевой синдром не позволяет этой категории пациентов

вернуться к трудовой деятельности (Jackson J.V. et al., 2015; Ketz J., Clare M., Sanders R., 2016; Yu G.-R., Yu X., 2013).

Такое большое количество неудовлетворительных результатов может быть обусловлено тем, что такие переломы чаще всего происходят в результате высокоэнергетической травмы, например, при ДТП или падении с высоты. В момент травмы происходит шесть основных смещений костных фрагментов: укорочение пяточной кости, снижение ее высоты, выдавливание ее латеральной стенки, латерализация бугристости пяточной кости, варусная установка бугристости, импрессия суставных поверхностей. Все это в дальнейшем может приводить к формированию целого ряда осложнений, которые не всегда удается устранить как при консервативном, так и при оперативном лечении.

К клиническим проявлениям последствий переломов пяточной кости относятся: видимая глазом деформация заднего отдела стопы, боль в области подтаранного сустава, вертушки наружной лодыжки и передней поверхности голеностопного сустава (а также комбинация из нескольких источников болевого синдрома), трудности при подборе удобной обуви, ограничение движений в голеностопном суставе. Большая часть пациентов связывает усиление болевого синдрома с движениями и нагрузкой, особенно при ходьбе по неровным поверхностям и босиком. Все это может приводить к значительным ограничениям как в спортивной, так и в повседневной активности, что в значительной мере влияет и на моральное состояние пациентов.

Степень разработанности темы исследования

На данный момент существует достаточно большое количество различных по своей направленности и методологии оперативных вмешательств, направленных на устранение последствий переломов пяточной кости (Барабаш А.П. с соавт., 2012; Romash M.M., 1993; Bednarz P.A., Beals T.C., Manoli A., 1997; Trnka H.J. et al., 2001; Rammelt S. et al., 2004; Clare M.P., Lee W.E., Sanders R.W., 2005; Savva N., Saxby T.S., 2007; Pollard J.D., Schuberth J.M., 2008; Young K.W. et al., 2011; Ågren P.-H. et al., 2015), что указывает на то, что для таких пациентов не

существует общепризнанной правильной тактики лечения. Для попытки систематизации нарастающего количества возможных оперативных вмешательств были предложены несколько классификаций, хорошими примерами которых являются классификация Stephens-Sanders (Stephens H.M., Sanders R., 1996), и классификация Zwipp и Rammelt (Zwipp H., Rammelt S., 2003). Следует отметить, что хотя эти классификации и вносят ясность в общий алгоритм лечения таких пациентов, но имеют скорее рекомендательный характер. Авторы лишь упоминают рентгенологические ориентиры, не называя точных значений и нормальных параметров, не представляют статистически обработанных данных, а в качестве результатов ссылаются на исследования других авторов, большинство из которых приводят достаточно малое количество наблюдений (Rammelt S., Zwipp H., 2013).

Помимо этого, существует целый ряд разрозненных статей, предлагающих свои модификации артрорезирования подтаранного сустава, корригирующих остеотомий пяточной кости, а также методов оценки рентгенологических параметров и результатов проведенного оперативного лечения, но в большинстве из них представлено малое количество пациентов и отсутствуют сравнения с другими методами лечения.

Отсутствие четких рентгенологических критериев, позволяющих выбрать тот или иной вид оперативного вмешательства, а также малое количество статистически подтвержденных данных, обуславливает необходимость более глубокого изучения проблемы и создания алгоритма на основе полученных данных, на что и направленно представлено диссертационное исследование.

Цель исследования: оптимизировать тактику лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости на основании комплексной клинико-рентгенологической и анатомо-морфологической оценки краткосрочных и среднесрочных результатов хирургического лечения пациентов с рассматриваемой патологией.

Задачи исследования

1. Выявить долю неудовлетворительных исходов оперативного лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости, которым выполнялась операция артродезирования подтаранного сустава, определить основные причины их возникновения.
2. Определить рентгенологические критерии и их пограничные значения, оказывающие существенное влияние на среднесрочные результаты хирургического лечения профильных пациентов.
3. Разработать и апробировать в клинике у пациентов с последствиями переломов пяточной кости оригинальный алгоритм выбора вариантов изолированного или сочетанного использования операций артродезирования подтаранного сустава и корригирующих остеотомий пяточной кости, а также новый способ смещения фрагментов пяточной кости после выполнения остеотомии.
4. Получить новые данные о гистоморфологических изменениях, происходящих в сухожилиях малоберцовых мышц у пациентов с последствиями переломов пяточной кости.
5. Провести анализ осложнений, возникающих в ходе хирургического лечения профильных пациентов и наметить пути их предотвращения.

Научная новизна исследования

1. Получены новые сведения о влиянии различных анатомических параметров костей заднего отдела стопы на функциональное состояние стопы после оперативного лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости.
2. Изучены и установлены новые закономерности гистоморфологических изменений, происходящих в сухожилиях малоберцовых мышц у пациентов с последствиями переломов пяточной кости, а также впервые оценена разница между отделами сухожилий, находящимися вне компрессии латеральной стенкой пяточной кости и отделах, подверженных компрессии.

3. На основе полученных данных создан и обоснован оригинальный алгоритм выбора вариантов изолированного или сочетанного использования операций артрорезирования подтаранного сустава и корригирующих остеотомий пяточной кости, успешно апробированный в клинике.

4. Разработан и успешно внедрен в клиническую практику новый способ репозиции фрагментов пяточной кости при выполнении ее косой остеотомии, на который получен патент РФ на изобретение № RU 2661705 С1.

Практическая значимость диссертационной работы

1. На основании полученных данных разработан эффективный алгоритм выбора вариантов изолированного или сочетанного использования операций артрорезирования подтаранного сустава и корригирующих остеотомий пяточной кости, который позволит практикующим специалистам определять показания и противопоказания к применению тех или иных комбинаций оперативных вмешательств, а также уточнены анатомические взаимоотношения заднего отдела стопы, позволяющие достичь наилучших среднесрочных результатов восстановления клинического и функционального состояния стоп у пациентов с данной патологией.

2. Уточнение показаний к выполнению операций рассмотренных типов будет способствовать улучшению результатов оперативного лечения, а также повышению удовлетворенности лечением пациентов с обсуждаемой патологией.

3. Проведенный анализ осложнений, возникших при различных вариантах оперативных вмешательств у пациентов с последствиями переломов пяточной кости, создает предпосылки для их профилактики и, соответственно, снижению частоты возникновения.

4. Разработанный и успешно внедренный в клиническую практику новый способ репозиции фрагментов пяточной кости при выполнении ее остеотомии позволяет максимально точно восстановить форму пяточной кости за счет контролируемой репозиции костных фрагментов в строго заданной плоскости и на

необходимое расстояние, что будет способствовать снижению технической сложности и улучшению результатов оперативного лечения.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Несмотря на большое количество известных методик оперативного лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости, клинические результаты таких вмешательств недостаточно изучены в сравнительном плане, а показания к выполнению операций различных типов остаются дискуссионными и нуждаются в уточнении.

2. Операции изолированного артрорезирования подтаранного сустава *in situ* у пациентов рассматриваемого профиля являются технически менее сложными и затратными, а также обеспечивают более быструю реабилитацию по сравнению с реконструктивными вмешательствами, но при наличии значительной деформации пяточной кости моделирующей резекцией суставных поверхностей при артрорезировании далеко не всегда удается восстановить анатомические взаимоотношения в заднем отделе стопы, что приводит к сравнительно худшим рентгенологическим и функциональным среднесрочным результатам лечения.

3. Реконструктивные вмешательства, предполагающие остеотомию пяточной кости и (или) артрорезирование подтаранного сустава с различными вариантами замещения костных дефектов для восстановления анатомических взаимоотношений в заднем отделе стопы, являются более технически сложными по сравнению с артрорезированием *in situ* и могут потребовать более длительной реабилитации, но позволяют достигать достоверно лучших среднесрочных рентгенологических, биомеханических и функциональных исходов лечения.

4. Предложенный и успешно апробированный нами в ходе реконструктивных операций у профильных пациентов новый способ репозиции фрагментов пяточной кости при выполнении ее остеотомии (патент РФ на изобретение № RU 2661705 C1), позволяет более точно восстановить форму пяточной кости за счет контролируемой репозиции фрагментов в строго заданной плоскости и на необходимые расстояния.

5. Длительное механическое сдавление сухожилий малоберцовых мышц деформированной пяточной костью достоверно приводит к изменению их гистоморфологической структуры, причем такие изменения становятся необратимыми с течением времени, что определяет необходимость как можно более раннего устранения латерального импинджмент-синдрома.

Апробация и реализация диссертационной работы

По теме диссертационного исследования опубликованы пять печатных работ, две из которых – в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК. Кроме того, получен патент РФ на изобретение.

Основные положения диссертационного исследования доложены на Ежегодной научно-практической конференции с международным участием «Вреденовские чтения» (Санкт-Петербург, 2018); на 1272-ом заседании научно-практической секции ассоциации травматологов-ортопедов Санкт-Петербурга (2018); выполнен постерный доклад на 18-ом конгрессе ESSKA (Глазго, Великобритания, 2018).

Результаты диссертационного исследования внедрены в практику работы клиники ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России. Материалы диссертации используются также при обучении на базе этого института клинических ординаторов, аспирантов и травматологов-ортопедов, проходящих усовершенствование по программам дополнительного образования.

Объем и структура диссертации

Материалы диссертационного исследования представлены на 171 странице. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, трех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и библиографического списка использованной литературы. Работа содержит 20 таблиц и 50 рисунков. Список литературы включает 198 источников, из них 22 публикации отечественных авторов и 176 – иностранных.

ГЛАВА 1

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ
С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ПЕРЕЛОМОВ ПЯТОЧНОЙ КОСТИ
(ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)****1.1. Анатомия пяточной кости**

Пяточная кость является самой крупной из костей стопы и совместно с таранной костью и голеностопным суставом составляет ее задний отдел. Пяточная кость имеет достаточно сложную форму, которую условно можно сравнить с параллелепипедом и выделить 6 основных поверхностей.

Передняя поверхность пяточной кости почти полностью покрыта суставным хрящом, она является выпуклой горизонтально и вогнутой вертикально, что придает ей седловидную форму. Вместе с задней суставной поверхностью кубовидной кости она образует пяточно-кубовидный сустав (Keener B.J., Sizensky J.A., 2005; Gallino R.M., Gray A.C., Buckley R.E., 2009), который совместно с таранно-ладьевидным суставом образует поперечный сустав предплюсны или сустав Шопара. По наружной поверхности пяточной кости проходят две неглубокие борозды для сухожилий малоберцовых мышц, разделенные малоберцовым бугорком, кзади от которого расположена бугристость, являющаяся местом прикрепления пяточно-малоберцовой связки, участвующей в стабилизации голеностопного сустава.

Основной структурой, расположенной на медиальной поверхности, является отросток, поддерживающий таранную кость (*sustentaculum tali*). К нему прикрепляются три связки: подошвенная пяточно-ладьевидная (прикрепляется к передней поверхности отростка), большеберцово-пяточная (прикрепляется к медиальной поверхности и входит в состав дельтовидной связки), медиальная таранно-пяточная (Golanó P. et al., 2016). Такое количество стабилизирующих элементов обеспечивает отростку стабильность и отсутствие значительных смещений его при переломах пяточной кости.

Нижняя поверхность имеет продолговатую треугольную форму, на задней ее части расположена нижняя поверхность бугра пяточной кости с медиальным и латеральным отростками. Латеральный отросток является точкой начала мышцы, отводящей мизинец, а медиальный отросток является точкой начала мышцы, отводящей большой палец, и основной порции подошвенного апоневроза. Помимо этого, он является основной точкой опоры заднего отдела стопы.

Верхнюю поверхность пяточной кости можно условно разделить на две половины: задняя половина является внесуставной и переходит сзади в бугор пяточной кости, а передняя несет на себе три суставные фасетки: переднюю, среднюю и заднюю, которые образуют суставы с соответствующими фасетками на нижней поверхности таранной кости. Задняя фасетка является самой крупной и поддерживает тело таранной кости, она имеет достаточно выраженный наклон кпереди и менее выраженный наклон в медиальную сторону. Медиальная суставная поверхность расположена на отростке пяточной кости, поддерживающем таранную кость. Она отделена от задней фасетки вырезкой пяточной кости, которая вместе с вырезкой таранной кости образует таранный синус (*sinus tarsi*), который продолжается медиально в таранный канал (*canalis tarsi*).

Описаны три связки, расположенные в таранном канале (Smith J.W., 1958; Maceira E., Monteagudo M., 2015):

- 1) задний пучок межкостной таранно-пяточной связки, также известный как связка таранного синуса и связка Фарабефа (*Farabeuf ligament*);
- 2) передний пучок межкостной таранно-пяточной связки, также известный как шеечная связка (*cervical ligament*), передненаружная таранно-пяточная связка или связка Фика (*ligament of Fick*);
- 3) нижний удерживатель разгибателей, также известный как крестообразные связки или связка Ретзиуса (*ligament of Retzius*).

Некоторые авторы выделяют также связку таранного канала, которая своими медиальными волокнами вплетается в медиальную пяточно-таранную связку, и переднюю капсульную связку, которая является утолщением передней части

капсулы задней суставной фасетки. Основная функция всех этих связок – обеспечение стабильности в подтаранном суставе (Jotoku T. et al., 2006; Li S.-Y. et al., 2013).

Средняя и передняя суставные фасетки могут быть абсолютно отдельными, частично сообщаться, либо полностью сообщаться, последний вариант может наблюдаться у 20-64% людей (Viladot A. et al., 1984; Zwipp H. et al., 1989; Kelikian A.S., Sarrafian S.K., 2011). Передняя и средняя фасетки, совместно с задней суставной поверхностью ладьевидной кости и подошвенной пяточно-ладьевидной связкой образуют ложе, в котором располагается головка таранной кости, некоторые авторы называют это анатомическое образование *acetabulum pedis* (Keener B.J., Sizensky J.A., 2005; Maceira E., Monteagudo M., 2015).

Хотя задняя фасетка анатомически отделена от средней и передней, они действуют как один сустав и имеют одну ось движения (Lapidus P.W., 1955; Lewis O.J., 1980). Ось движения в подтаранном суставе проходит через центр головки таранной кости, отклоняется от сагиттальной плоскости на 23° медиально и от горизонтальной плоскости на 41° кверху. При движении в подтаранном суставе в одну сторону происходит комбинация пронации, тыльного сгибания и отведения, за которое отвечают длинный разгибатель большого пальца, длинный разгибатель пальцев, длинная и короткая малоберцовые мышцы, при движении в другую сторону происходит супинация, подошвенное сгибание и приведение, в этом движении участвуют длинный сгибатель большого пальца, длинный сгибатель пальцев и задняя большеберцовая мышцы. По данным различных исследователей общий объем движений в подтаранном суставе варьирует от 40 до 60° (Jastifer J.R., Gustafson P.A., 2014), что делает его не менее важным, чем голеностопный сустав, определяя, в том числе и то, что пациенты после артрореза голеностопного сустава компенсируют функцию подтаранным суставом.

Задняя поверхность полностью представлена бугристостью пяточной кости, здесь к ней прикрепляется ахиллово сухожилие, являющееся, по сути, общим сухожилием икроножной, камбаловидной и подошвенной мышц, основной функцией которых является подошвенное сгибание стопы (Dayton P., 2017).

Важно отметить, что тяга ахиллова сухожилия играет одну из ключевых ролей в механизме смещения отломков при переломах пяточной кости, утягивая бугристость кверху, тем самым снижая высоту пяточной кости и всего заднего отдела в целом. Если перелом в дальнейшем сросся с подобным смещением отломков, то для низведения бугристости в большинстве случаев потребуется выполнение удлинение ахиллова сухожилия. В таких случаях в ходе предоперационного планирования необходимо выполнять тест Silfverskjöld, который помогает определить, ограничивает ли тыльное сгибание в голеностопном суставе только контрактура икроножной мышцы, либо имеется контрактура всей трехглавой мышцы голени (Singh D., 2013). От этого будет зависеть выбор манипуляции на ахилловом сухожилии.

За счет своей формы пяточная кость с медиальной и латеральной сторон образует анатомические пространства для прохождения целого ряда структур. Так, с медиальной стороны сразу позади внутренней лодыжки располагается сухожилие задней большеберцовой мышцы, которая берет свое начало от верхней трети межкостной перегородки и прилегающих частей большеберцовой и малоберцовой костей, затем переходит в длинное сухожилие, которое проходит в собственном канале под удерживателем сгибателей и далее – к месту своего прикрепления на нижне-медиальной поверхности ладьевидной кости. Кзади от сухожилия задней большеберцовой мышцы располагается длинный сгибатель пальцев, который берет начало от задней поверхности средней трети большеберцовой кости и прилегающей межмышечной перегородки, далее также проходит под удерживателем сгибателей, впереди от отростка, поддерживающего таранную кость, затем перекрещивается с сухожилием длинного сгибателя большого пальца и уходит на подошву к месту своего прикрепления на основаниях дистальных фаланг 2–5-х пальцев. Кзади от сухожилия длинного сгибателя пальцев расположены задняя большеберцовая артерия и большеберцовый нерв. Проходя под удерживателем сгибателей, они отдают ветви к медиальной поверхности пяточной кости и далее уходят на подошву между мышцей отводящей большой палец и сухожилием длинного сгибателя большого

пальца, где разделяются на медиальные и латеральные подошвенные артерии и нервы. Наиболее кзади в этой области расположен длинный сгибатель большого пальца, который начинается от нижних двух третей малоберцовой кости, проходит между медиальным и латеральным бугорками заднего отростка таранной кости, далее под удерживателем сгибателей и кзади от отростка, поддерживающего таранную кость, затем уходит на подошвенную поверхность стопы к месту своего прикрепления на основании дистальной фаланги 1-го пальца (Golanó P. et al., 2016).

С латеральной стороны пяточной кости проходит поверхностная ветвь малоберцового нерва. На 7 см выше вершины наружной лодыжки нерв расположен всего на 2–5 мм латеральнее края ахиллова сухожилия, далее нерв расположен в среднем на 14 мм кзади и 14 мм книзу от вершины лодыжки. Все это время он проходит позади и параллельно ходу сухожилий короткой и длинной малоберцовых мышц. На этом уровне он может отдавать от одной до пяти ветвей к латеральной поверхности заднего отдела стопы. Далее расположение нерва становится почти горизонтальным, и он пересекает сухожилия малоберцовых мышц на уровне нижнего удерживателя сухожилий (Lawrence S., Botte M., 1994). Анатомии малоберцовых мышц будет посвящен отдельный раздел данной главы.

Таким образом, становится очевидным, что пяточная кость за счет своей анатомии является не только опорной частью организма при движении, но и по сути своей определяет анатомию всех мягкотканых структур, обеспечивающих функционирование стопы. Поэтому анатомическое изменение пяточной кости в результате травмы приводит к нарушению функции окружающих ее структур.

Кровоснабжение пяточной кости на 10% обеспечивается артерией таранного синуса, которая является ветвью передней большеберцовой артерии. С медиальной стороны, ниже отростка, поддерживающего таранную кость, через кортикальную пластинку проникают 2–3 артерии, которые зачастую являются ветвями задней большеберцовой или латеральной подошвенной артерий. С латеральной стороны пяточную кость также питают ветви латеральной

подошвенной артерии, а также ветви малоберцовой артерии (Schwarzenbach B. et al., 1997).

Кожная чувствительность латеральной поверхности заднего отдела стопы обеспечивается за счет латерального кожного икроножного нерва, собственно икроножного нерва и его латеральной пяточной ветви. Подкожный нерв обеспечивает чувствительность задне-медиальной поверхности, медиальный подошвенный нерв – ниже-медиальной поверхности и поверхностный малоберцовый нерв – латеральной поверхности заднего отдела стопы (Hollinshead W., 1982).

Пяточно-кубовидный сустав иннервируется за счет латерального подошвенного, глубокого малоберцового и латерального тыльного кожного нервов. Таранно-ладьевидный сустав иннервируется медиальным подошвенным и глубоким малоберцовым нервами. Подтаранный сустав получает иннервацию из медиального подошвенного и латерального тыльного кожного нервов (Gardner E., Gray D.J., 1968).

При анализе внутренней структуры пяточной кости на рентгенограммах в боковой проекции можно увидеть особенную структуру трабекул, которые сходятся и уплотняются для поддержания суставных фасеток на верхней поверхности пяточной кости. Рентгенологическое просветление, которое образуется в результате этого схождения трабекул, обозначается как «нейтральный треугольник» (Harty M., 1973). Субхондральная кость под суставными фасетками рентгенологически формирует две страты, которые в норме расположены под углом $120\text{--}145^\circ$, в литературе он широко известен как угол Гиссана (Sarrafiian S.K., 1983). Еще одним важным рентгенологическим ориентиром является угол Беллера, который образуется при пересечении линии, соединяющей наивысшую точку задней суставной фасетки с наивысшей точкой переднего отростка пяточной кости, и линией, соединяющей наивысшую точку задней суставной фасетки с наивысшей точкой бугра пяточной кости, в норме этот угол составляет $20\text{--}40^\circ$. Эти ориентиры часто используются при диагностике переломов пяточной кости, так угол Беллера при переломе уменьшается и в

некоторых случаях может становиться отрицательным (Bèzes H. et al., 1993) (рис. 1).

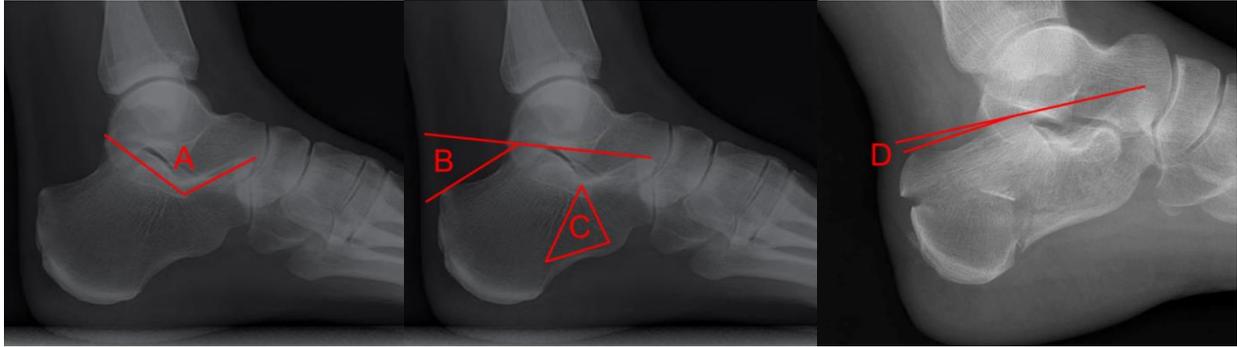


Рис. 1. Рентгенограммы пяточной кости в боковой проекции: угол Гиссана (А), угол Беллера (В), «нейтральный треугольник» (С), уменьшение угла Беллера при переломе пяточной кости (D)

К функциям пяточной кости можно отнести обеспечение рычага для передачи усилия трехглавой мышцы голени, создание одной из трех точек опоры стопы на поверхность для поддержания веса всего тела. Своей анатомией она образует костные ложа, которые защищают сосуды и нервы и являются «направляющими» для сухожилий, которые проходят по ее наружной и внутренней поверхностям (Coughlin M.J., Saltzman C.L., Anderson R.B., 2014).

1.2. Переломы пяточной кости, механизм травмы, классификация, основные компоненты смещения фрагментов

Частота переломов пяточной кости составляет 1,2–4% от переломов всех костей скелета и 20–40% от переломов костей стопы (Якимов Л.Я., 1988; Ахтямов И.Ф., 2003; Csizy M. et al., 2003). Около 60–75% от всех переломов пяточной кости являются внутрисуставными и сопровождаются смещением отломков (Coughlin M.J., Saltzman C.L., Anderson R.B., 2014). До 90% таких переломов получают пациенты трудоспособного возраста (Tanke G.M., 1982).

Внутрисуставные переломы пяточной кости чаще всего происходят при значительной аксиальной нагрузке на задний отдел стопы, возникающей при падении с высоты или в результате ДТП. В.D. Burdeaux в исследовании на

кадаверном материале воссоздавал подобную нагрузку и сделал вывод, что основная линия перелома возникает из-за срезающих усилий и проходит косо через заднюю суставную фасетку с передней части латеральной поверхности к задней части медиальной и с верхне-латерального края к нижне-медиальному (Burdeaux V.D., 1990) (рис. 2).

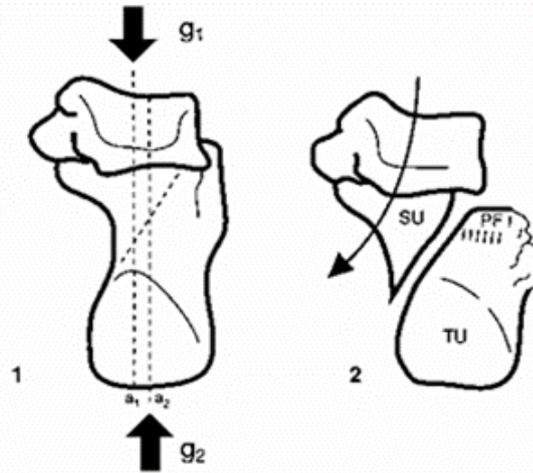


Рис. 2. Воздействие аксиальной нагрузки на задний отдел стопы в момент перелома (1), под воздействием срезающих усилий формируется основная линия перелома (2) (Burdeaux V.D., 1990)

Помимо основной линии перелома, зачастую образуются вторичные. На плоскости распространения вторичной линии перелома основана классификация переломов пяточной кости Essex-Lopresti. По этой классификации перелом считается языкообразным, если вторичная линия перелома распространяется горизонтально на заднюю поверхность пяточной кости. Перелом будет сопровождаться импрессией суставной поверхности, если вторичная линия перелома распространяется на верхнюю поверхность пяточной кости позади задней фасетки, отграничивая его. По мнению автора классификации, разделение на эти два типа происходит из-за различий в угле, под которым действует аксиальная нагрузка в момент перелома (Schwarzenbach U., Huggler A.H., 1985) (рис. 3).

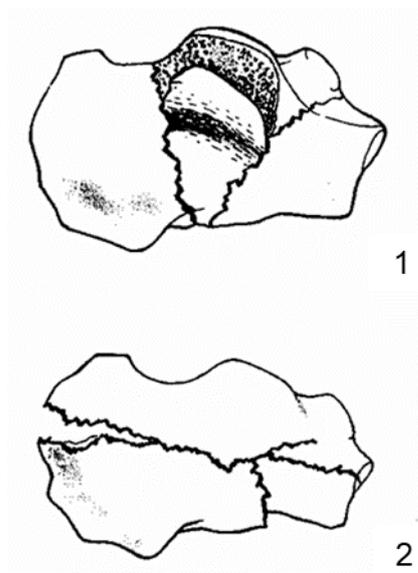


Рис. 3. Классификация переломов пяточной кости Essex-Lopresti: перелом с импрессией суставной поверхности (1), языкообразный перелом (2)
(Schwarzenbach U., Huggler A.H., 1985)

Важным фактором, влияющим на прогноз лечения, является количество и локализация линий перелома, распространяющихся на заднюю суставную фасетку пяточной кости. Это хорошо визуализируется на корональной проекции компьютерной томографии пяточной кости и легло в основу классификации, предложенной R. Sanders в 1986 году (Телицын П.Н., Габулян А.И., Жила Н.Г., 2004; Sanders R., 1992; Bhattacharya R., 2005; Humphrey C.A., Dirschl D.R., Ellis T.J., 2005) (рис. 4). Она стала логическим продолжением классификации, разработанной Soeur R. и Remy R. в 1975 году и получила более широкое распространение, чем классификации, ранее предложенные Böhler, Palmer, Widen, Rowe, Warrick и Bremner, Lindsay и Dewar за счет своей наглядности и прогностичности (Bohler L., 1931; Palmer I., 1948; Warrick C.K., Bremner A.E., 1953; Widen A., 1954; Lindsay W.R., Dewar F.P., 1958; O'Connell F., Mital M.A., Rowe C.R., 1972). Эта классификация разделяет все переломы на четыре типа: 1 тип – нет повреждения суставной поверхности; 2 тип – одна линия перелома проходит через сустав, образуя два фрагмента; 3 тип – две линии перелома, образующие соответственно три фрагмента суставной фасетки; 4 тип – три и более линий перелома проходят через суставную фасетку.

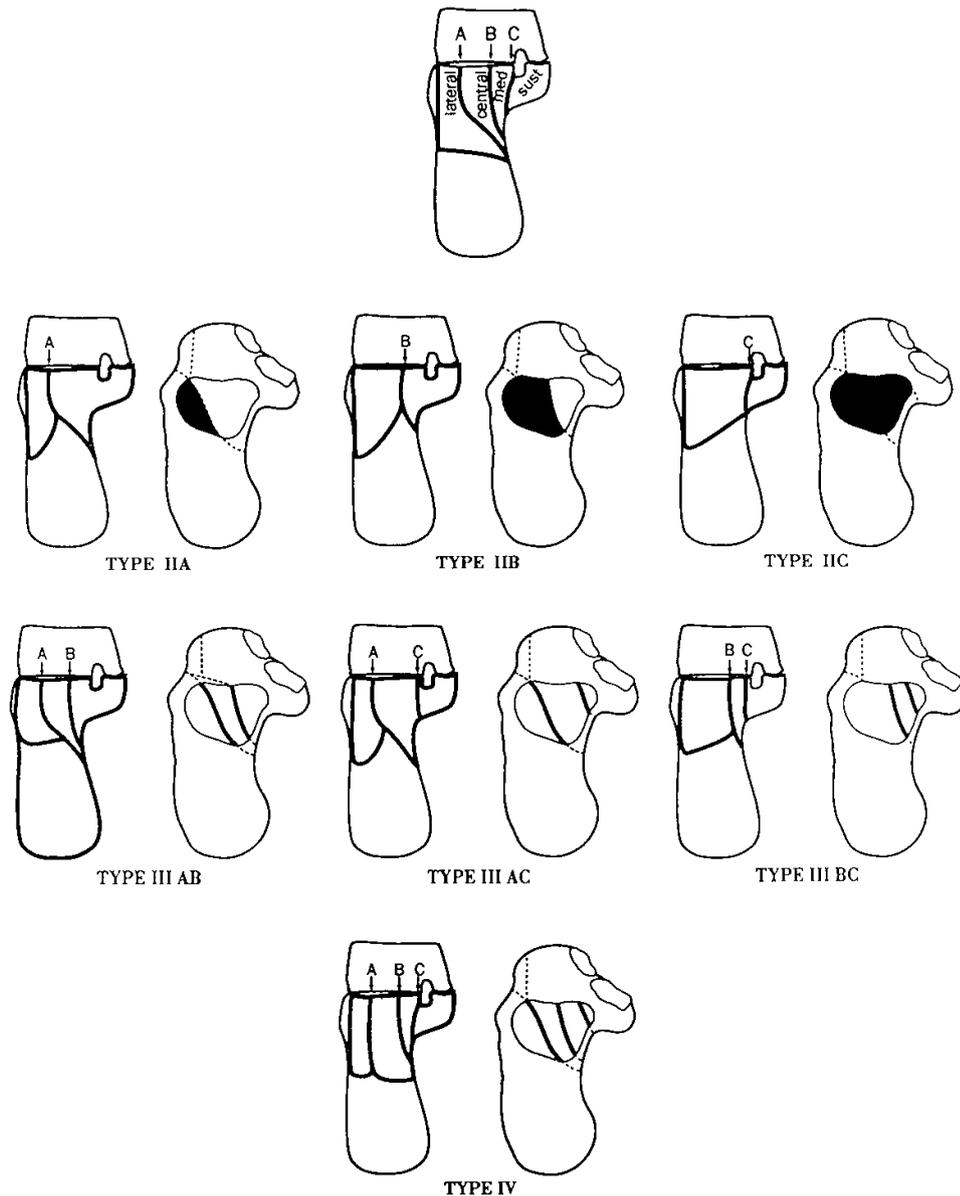


Рис. 4. Классификация переломов пяточной кости, основанная на количестве и локализации линий перелома, распространяющихся на заднюю суставную фасетку (Sanders R., 1992)

Повреждение суставной поверхности относится к шести основным компонентам смещения отломков, которые возникают при переломах пяточной кости. Помимо этого происходит укорочение пяточной кости, снижение ее высоты, выдавливание ее латеральной стенки, латерализация бугристости пяточной кости и варусная установка бугристости (Jackson J.V. et al., 2015; Stephens H.M., Sanders R., 1996) (рис. 5). Зачастую, как и при консервативном, так и при оперативном лечении, не удастся восстановить все шесть компонентов

смещения фрагментов, что может приводить к развитию целого ряда осложнений, чему будет посвящен отдельный раздел данной главы.

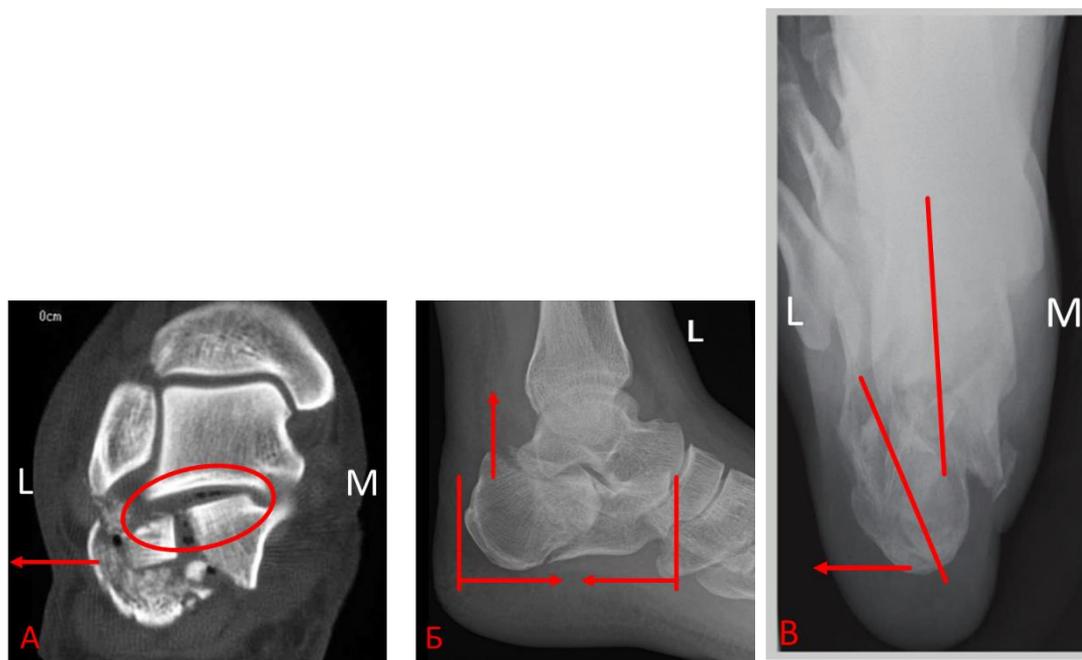


Рис. 5. Основные компоненты смещения фрагментов при переломах пяточной кости: выдавливание латеральной стенки и повреждение суставной поверхности (А), укорочение пяточной кости и снижение ее высоты (Б), смещение бугра кнаружи и его варусная установка (В)

1.3. Лечение переломов пяточной кости

По данным зарубежной литературы, консервативные методы лечения внутрисуставных переломов пяточной кости оставались основными до 1850 года, когда L.G. Clark впервые предложил чрескожную фиксацию стержнями (Clark L.G., 1855). Далее, в 1882 году С. Bell опубликовал статью об открытой репозиции таких переломов, а в 1902 году Morestein дополнил открытую репозицию внутренней фиксацией (Bell С., 1882). С тех пор и началось активное развитие хирургических методов лечения переломов пяточной кости, однако несмотря на это, закрытая репозиция, гипсование и скелетное вытяжение оставались основными методами лечения на тот момент из-за значительного количества осложнений после оперативного лечения.

Отдельную точку зрения высказал Н.Р. Conn в 1935 году, предлагая вести пациентов консервативно до сращения перелома, а затем при наличии показаний выполнять трехсуставной артродез (таранно-ладьевидного, подтаранного и пяточно-кубовидного суставов). Но в W.E. 1943 году W.E. Gallie доказал необходимость сохранения поперечного сустава предплюсны и предложил выполнять артродез только подтаранного сустава как альтернативу открытой репозиции и внутренней фиксации. Эта операция достаточно быстро набрала популярность и даже стала стандартом первичного лечения внутрисуставных переломов пяточной кости в 1950-1960 годах. Но в 1958 году W.R. Lindsay и F.P. Dewar провели ретроспективный анализ и выяснили, что долгосрочные результаты первичного артродезирования подтаранного сустава хуже, чем результаты консервативного лечения, что резко снизило популярность данной методики и вернуло основное место консервативным методам лечения в шестидесятых, семидесятых годах.

К девяностым годам прошлого столетия совершенствование анестезиологического пособия, хирургической техники, металлоконструкций, рентгенологической аппаратуры, а также появление новых антисептиков и антибиотиков привело к снижению количества послеоперационных осложнений, что вернуло интерес к открытой репозиции и внутренней фиксации переломов пяточной кости.

Это привело к нарастающей конкуренции между сторонниками консервативного и оперативного лечения и побудило многих исследователей проводить анализ и сравнивать отдаленные результаты лечения, что было достаточно сложной задачей из-за большого количества различных хирургических доступов, методов фиксации и подходов к реабилитации. Так, Н.В. Kitaoka при анализе публикаций за период с 1950 по 1990 год показал значительный разброс доли удовлетворительных результатов оперативного лечения – с 32 до 82% (Kitaoka Н.В. et al., 1994). Важно отметить, что в ходе этих исследований появилось понимание необходимости анатомической репозиции суставной поверхности и стабильной фиксации, все большую популярность

набирал расширенный L-образный латеральный доступ и фиксация при помощи пластин (Sanders R., 1992).

На данный момент существует достаточно большое количество публикаций, оценивающих и сравнивающих результаты применения различных методик как оперативного, так и консервативного лечения переломов пяточной кости с очень разрозненными результатами и выводами. По данным некоторых авторов, нет разницы в интенсивности болевого синдрома и функции стопы при сравнении оперативного и консервативного лечения (Купитман М.Е. с соавт., 2013; Randle J.A. et al., 2000; Buckley R. et al., 2002). При этом есть исследования, говорящие о том, что после консервативного лечения пациентам в 6 раз чаще требуется артродезирование подтаранного сустава (Buckley R. et al., 2002; Csizy M. et al., 2003). Но многие согласны с тем, что самые плохие результаты возникают после хирургического лечения, когда не устранена грубая деформация пяточной кости или при возникновении послеоперационных осложнений (Coughlin M.J., 2000; Howard J.L. et al., 2003).

Если попытаться обобщить все современные тенденции, то можно сформулировать следующие положения:

1. Консервативное лечение рекомендовано применять при отсутствии значительного смещения фрагментов (1 тип по классификации Sanders), при наличии у пациента выраженной сосудистой патологии или сахарного диабета, сопутствующей патологии, исключающей оперативное лечение, а также у пациентов старческого возраста с минимальной повседневной активностью (Золотов А.С., 2005; Swanson S.A., Clare M.P., Sanders R.W., 2008).

2. Открытая репозиция и внутренняя фиксация при помощи пластин и винтов через расширенный латеральный L-образный доступ остается самой популярной методикой уже около трех десятилетий (Батищев Н.Д., Оспанов К.Т., Балгынбаев А.К., 2006; Дулаев А.К. и др., 2006; Sanders R., 1992; Benirschke S.K., Sangeorzan B.J., 1993; Eastwood D.M., Langkamer V.G., Atkins R.M., 1993; Thordarson D.B., Krieger L.E., 1996; Schepers T. et al., 2008; Sharr P.J. et al., 2016). Несмотря на это, до сих пор нет хорошо спроектированных исследований,

которые бы достоверно доказывали стабильно хорошие результаты хирургического лечения. А в 2014 году R. Sanders представил результаты 10-20 лет послеоперационного наблюдения после открытой репозиции и внутренней фиксации при помощи пластин, и показал, что даже при анатомичной репозиции суставных поверхностей, частота возникновения посттравматического артроза подтаранного сустава составляет 23-47% после переломов 3 типа по предложенной им классификации. При этом осложнения, связанные с заживлением раны, остаются основной проблемой расширенного латерального доступа (Платонов С.М., Корышков Н.А., 2006; Griffin D. et al., 1916; Veltman E.S. et al., 2013).

3. Проблемы с заживлением мягких тканей привели к появлению и распространению минимально инвазивных доступов для репозиции и фиксации переломов пяточной кости. Появляется все больше публикаций описывающих применение различных модификаций данных операций (чрескожную репозицию суставной поверхности при помощи костных элеваторов под артроскопическим контролем, использование ассистирующей внешней фиксации, интраоперационное выполнение компьютерной томографии, фиксация специальными пластинами для минимального доступа), но пока нет статистически обоснованных исследований, подтверждающих преимущество этих методик перед консервативным лечением или открытой репозицией и внутренней фиксацией (Корышков Н.А., Платонов С.М., 2005; Шлаганов Е.А. с соавт., 2006; Прохоренко В.М. с соавт., 2008; Tornetta P., 2000; Stulik J. et al., 2006; Weber M., Lehmann O., Krause F., 2006; Rammelt S. et al., 2009; Schuberth J.M., Cobb M.D., Talarico R.H., 2009; Wang Q. et al., 2010; Tomesen T., Biert J., Surgery J., 2011; Nosewicz T. et al., 2012; Kikuchi C., Charlton T.P., Thordarson D.B., 2013; Kline A.J. et al., 2013).

4. В случаях, когда имеется значительная фрагментация суставной поверхности (4 тип по классификации Sanders), некоторые авторы предлагают максимально восстанавливать форму пяточной кости и выполнять первичное артродезирование подтаранного сустава, что избавит пациента от необходимости

в повторном оперативном вмешательстве в дальнейшем (Csizy M. et al., 2003; Thermann H. et al., 2007; Schepers T. et al., 2008; Buckley R. et al., 2014).

Если обобщить информацию, полученную в ходе анализа литературы по лечению переломов пяточной кости, можно сделать вывод, что, несмотря на постоянное совершенствование методов лечения переломов, частота возникновения осложнений остается достаточно высокой и делает проблему лечения таких пациентов актуальной.

1.4. Осложнения неправильно сросшихся переломов пяточной кости и основные источники болевого синдрома

Одной из основных причин, заставляющих пациентов снова обращаться к врачу, является болевой синдром, который достаточно часто может сохраняться как после консервативного, так и после оперативного лечения (Huang P.J. et al., 1999; Young K.W. et al., 2011).

Учитывая большое количество причин, которые могут вызывать возникновение болей у данной группы пациентов, очень важно тщательно проводить клиническое обследование. Зачастую пациенты имеют сразу несколько источников болевого синдрома, поэтому для облегчения постановки диагноза следует разделить все возможные причины по локализации.

Болевой синдром по латеральной поверхности стопы может быть связан с несколькими причинами: патологией сухожилий малоберцовых мышц, непосредственным костным конфликтом между латеральной стенкой пяточной кости и вершушкой наружной лодыжки, артрозом подтаранного сустава, артрозом пяточно-кубовидного сустава, наличием металлоконструкций, поражением икроножного нерва.

Выдавливание латеральной стенки пяточной кости, возникающее во время перелома, может приводить к возникновению латерального импинджмент-синдрома (Clare M.P., Lee W.E., Sanders R.W., 2005; Young K.W. et al., 2011; Al-Ashhab M.E.A., 2013; Lui T.H., Chan K.B., 2013; Yoshimura I. et al., 2015) – сдавления мягких тканей и сухожилий малоберцовых мышц под вершушкой

наружной лодыжки (Savva N., Saxby T.S., 2007). Причиной болевого синдрома в этом случае становятся тендинит, теносиновит, а в некоторых случаях – полный вывих сухожилий на латеральную поверхность наружной лодыжки из их ложа (Скороглядов А.В., Коробушкин Г.В., Мирошникова Е.А., 2007; Young K.W. et al., 2011; Yu G.R., Zhang M.Z., Yang Y.F., 2016; Clare M.P., Crawford W.S., 2017). При анализе 421 случая R.J. Toussaint обнаружил, что в момент перелома пяточной кости вывих сухожилий наблюдается у 28% пациентов. Крайне редко открытая репозиция перелома дополняется манипуляциями, направленными на их стабилизацию (Toussaint R.J. et al., 2014; Kwaadu K.Y., Fleming J.J., Florek D., 2015). Помимо этого, латеральная стенка может вступать в непосредственный костный конфликт с верхушкой наружной лодыжки, деформировать ее, ограничивать движения в голеностопном и подтаранном суставах, вызывая значительный болевой синдром (Jackson J.V. et al., 2015).

При внутрисуставных переломах пяточной кости артроз подтаранного сустава развивается у 23–72% пациентов (Тошев Б.Р., 2009; Fan W.-L. et al., 2013; Yu G.-R. et al., 2013; Sanders R. et al., 2014; Yavuz U. et al., 2014). При наличии артроза подтаранного сустава пациенты могут жаловаться на необходимость «расходиться» с утра, невозможность ходить босиком по неровным поверхностям, нарастание болей и отека к концу дня (Тихилов Р.М., 2009). При пальпации можно выявить локальную болезненность в проекции таранного синуса. Пассивная и активная амплитуды движений в суставе снижаются, что сопровождается усилением болевого синдрома (Huang P.J. et al., 1999).

Боли, которые исходят из подтаранного сустава, следует дифференцировать с артрозом пяточно-кубовидного сустава (Gallino R.M., Gray A.C., Buckley R.E., 2009; Henning C. et al., 2015). Частота его возникновения может достигать 48%, но он не всегда является симптоматичным. Локализация болей в этом случае будет располагаться дистальнее и книзу от таранного синуса. При наличии значительного смещения фрагментов движения в этом суставе могут блокироваться, что приводит к снижению амплитуды движений в суставе Шопара (Silhanek A.D., Ramdass R., Lombardi C.M., 2006).

Металлоконструкции могут вызывать значительный дискомфорт, если выступают под кожей в зонах соприкосновения с обувью или контактируют с сухожилиями малоберцовых мышц (Backes M. et al., 2013). Такие боли зачастую имеют явную локализацию, поэтому их достаточно легко выявить при пальпации.

Как после оперативного, так и после консервативного лечения пациенты могут предъявлять жалобы, связанные с патологией икроножного нерва (Rammelt S., Zwipp H., 2013). Она может проявляться болями, возникающими в покое, парестезиями, гиперестезиями, нарушением или полным отсутствием кожной чувствительности по латеральной поверхности стопы и в 5-м пальце. Причиной этого может служить вовлечение нерва в рубец, образовавшийся в результате травмы или хирургического вмешательства либо непосредственный контакт нерва с костными фрагментами. Для оценки нарушений следует четко определять зону, на которую распространяется то или иное нарушение чувствительности, а также применять тест Тинеля (постукивание по ходу нерва) для провоцирования характерных болей.

Болевой синдром по передней поверхности стопы чаще всего связан с передним импинджмент-синдромом в голеностопном суставе (Chan S.C., Alexander I.J., 1997; Trnka H.J. et al., 2001; Pollard J.D., Schubert J.M., 2008; Schepers T., 2013; Chung H.-J., Bae S.-Y., Choo J.-W., 2014). По данным W.R. Lindsay и F.P. Dewar он возникает у 22-35% пациентов (Lindsay W.R., Dewar F.P., 1958).

Уменьшение высоты пяточной кости, возникающее в результате перелома, приводит к уменьшению угла инклинации таранной кости, приближая ее положение к горизонтальному, увеличивая вероятность костного конфликта между передним краем большеберцовой кости и шейкой таранной кости, что вызывает болевой синдром в проекции суставной щели и ограничение тыльного сгибания в голеностопном суставе вплоть до его полного отсутствия (Carr J.B., Hansen S.T., Benirschke S.K., 1988; Romash M.M., 1993; Clare M.P., Lee W.E., Sanders R.W., 2005; Chiang C.-C. et al., 2013). При этом также изменяется распределение нагрузки в суставе Шопара из-за формирования подвывиха в

таранно-ладьевидном суставе, что рано или поздно приводит к развитию артроза (Atkins R.M., 2014).

Помимо этого, при уменьшении высоты пяточной кости происходит укорочение трехглавой мышцы голени, что может приводить к снижению силы мышцы и возникновению мышечной контрактуры, еще больше ограничивающей объем тыльного сгибания в голеностопном суставе (Athavale S.A., Joshi S.D., Joshi S.S., 2010).

Болевой синдром по медиальной поверхности стопы в некоторых случаях связан с невропатией большеберцового нерва, которая обусловлена выпячиванием медиальной стенки пяточной кости и формированием синдрома тарзального канала, либо непосредственным вовлечением нерва в рубцовый процесс (Aly T., 2011; Rammelt S., Zwipp H., 2013). К проявлениям невропатии относятся: атрофия и нарушение функции мышц стопы, характерный болевой синдром, парестезии, снижение, либо полное отсутствие кожной чувствительности по внутренней и подошвенной поверхностям стопы (Jackson J.B. et al., 2015). Для дифференциальной диагностики следует применять тест Тинеля и тракционную пробу (появление характерных болей при тыльном сгибании и отведении стопы).

Рубцовый процесс по медиальной поверхности пяточной кости может также вовлекать сухожилие длинного сгибателя большого пальца, что приведет к формированию болевого синдрома за внутренней лодыжкой и ограничению движений большого пальца (Yu G.-R., Yu X., 2013) и, соответственно, симптоматику схожую с задним импинджмент-синдромом в голеностопном суставе.

Болевой синдром в проекции подошвенной поверхности пяточной кости возникает при переломах со значительным смещением отломков и наблюдается у 26–38% пациентов (Lindsay W.R., Dewar F.P., 1958). Он может быть следствием прямого удара, который приводит к дегенерации подкожно-жировой клетчатки в этой области, ее рубцовому перерождению и снижению ее способности смягчать удар при ходьбе (Stapleton J.J., Belczyk R., Zgonis T., 2009; Henning C. et al., 2015). Второй частой причиной болевого синдрома этой локализации является

подошвенный экзостоз, сформированный отломками пяточной кости (Stapleton J.J., Belczyk R., Zgonis T., 2009; Atkins R.M., 2014). К самому распространенному методу консервативного лечения таких состояний можно отнести модификацию обуви (толстая мягкая стелька, силиконовые подпяточники). Хирургическое вмешательство не приносит стойкого положительного эффекта при рубцовом перерождении подкожно-жировой клетчатки, но может значительно уменьшить болевой синдром при удалении подошвенных экзостозов.

Болевой синдром по задней поверхности пяточной кости чаще всего связан с остеофитами, возникающими после языкообразных переломов пяточной кости. Эти остеофиты могут стать причиной посттравматической деформации Хаглунда и вызывать соответствующий болевой синдром. При расположении остеофитов в толще ахиллова сухожилия в зоне его прикрепления к пяточной кости могут возникать боли по типу инсерционного тендинита (Yu G.R., Zhang M.Z., Yang Y.F., 2016). Для диагностики следует применять рентгенографию пяточной кости в боковой проекции, а в более сложных случаях – магнитно-резонансную томографию.

При наличии у пациента комбинации из вышеперечисленных причин болей постановка правильного диагноза становится достаточной сложной задачей. В таких случаях блокады с местным анестетиком могут помочь в дифференциальной диагностике (Mitchell M.J. et al., 1995). Myerson и Quill в своем исследовании показали, что диагностические блокады с применением 1% лидокаина, либо 0,5% бупивакаина позволили выявить причину болевого синдрома у 21 из 24 пациентов. В сложных случаях выполнение таких блокад можно проводить под ультразвуковым контролем или с применением рентген-контраста (Myerson M., Quill G.E., 1993).

В особую категорию следует отнести пациентов в комплексным региональным болевым синдромом (КРБС). Эта патология может развиваться как после оперативного, так и после консервативного лечения, но чаще всего является следствием нескольких операций и повреждения нервов. Этот диагноз устанавливается клинически в острую стадию заболевания, при этом пациенты

жалуются на нестерпимые боли во всей стопе, гиперчувствительность к холоду и прикосновениям. На пораженной конечности волосы и ногти растут медленнее, кожа становится цианотичной, появляется атрофия мышц. На рентгенограммах определяется диффузная остеопения. КРБС является грозным заболеванием и требует своевременной диагностики и длительного, многопрофильного лечения (Корячкин В.А., 2014; Aly T., 2011).

Таким образом, в каждой конкретной клинической ситуации болевой синдром следует дифференцировать для выбора наиболее релевантного оперативного пособия.

1.5. Короткая и длинная малоберцовые мышцы, анатомия, причины возникновения нестабильности и возможные последствия

Короткая и длинная малоберцовые мышцы расположены в латеральном костно-фасциальном ложе голени совместно с поверхностным малоберцовым нервом, который и отвечает за их иннервацию. Короткая малоберцовая мышца берет свое начало от нижних двух третей латеральной поверхности диафиза малоберцовой кости и прилежащей части межкостной перегородки, дистально прикрепляется к основанию 5-й плюсневой кости. Длинная малоберцовая мышца начинается от латерального эпиметафиза большеберцовой кости, проксимальной части малоберцовой кости и прилежащей межкостной перегородки, место ее дистального прикрепления – подошвенная часть медиальной клиновидной кости и основание первой плюсневой кости. Обе мышцы отвечают за тыльное сгибание и эверсию стопы, помимо этого они относятся к динамическим стабилизаторам голеностопного сустава (Coughlin M.J., Saltzman C.L., Anderson R.B., 2014).

Кровоснабжение малоберцовых сухожилий осуществляется в основном за счет малоберцовой артерии, которая может на этом уровне сообщаться анастомозами с задней и передней большеберцовыми артериями (Dijk P.A.D. van et al., 2016). Проходя позади малоберцовой кости сухожилия обеих малоберцовых мышц примерно на 4 см выше верхушки наружной лодыжки, входят в общий канал, образованный бороздой малоберцовой кости, верхним малоберцовым

удерживателем, задней таранно-малоберцовой связкой и пяточно-малоберцовой связкой, причем сухожилие длинной малоберцовой мышцы расположено кзади и латеральнее по отношению к сухожилию короткой малоберцовой мышцы. Верхний малоберцовый удерживатель и борозда малоберцовой кости являются основными структурами, ограничивающими сухожилия от подвывиха и вывиха на латеральную поверхность малоберцовой кости (рис. 6). Далее сухожилия поворачивают под вершкой малоберцовой кости и через 2–3 см входят под нижний малоберцовый удерживатель (Ачкасов Е.Е., Середа А.П., Репетюк А.Д., 2016).

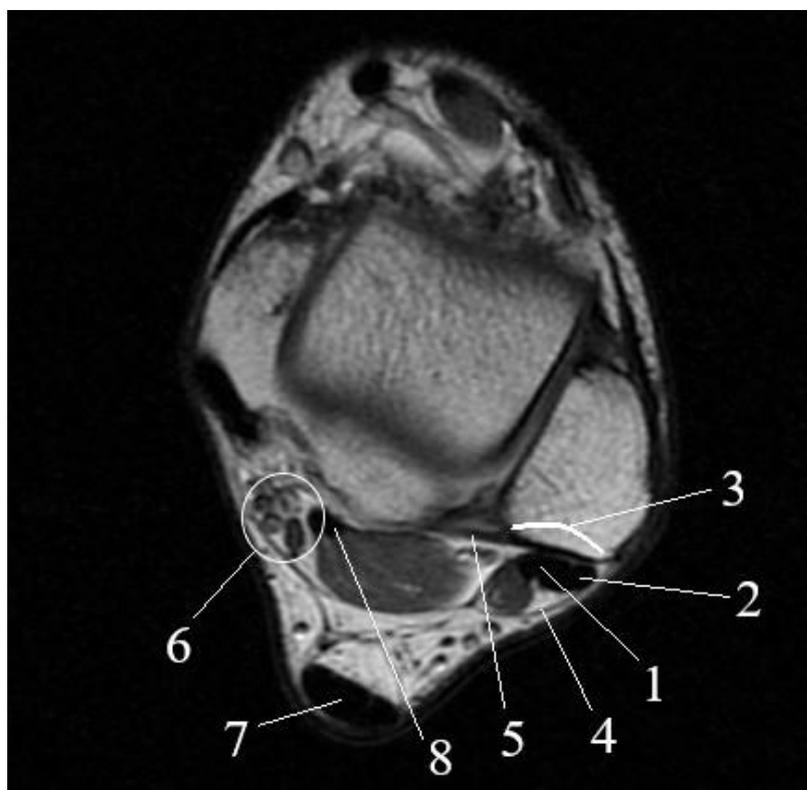


Рис. 6. МРТ в корональной проекции на уровне голеностопного сустава.

Сухожилие короткой малоберцовой мышцы (1), сухожилие длинной малоберцовой мышцы (2), борозда малоберцовой кости (3), верхний удерживатель сухожилий малоберцовых мышц (4), задняя межберцовая связка (5), задний сосудисто-нервный пучок (6), ахиллово сухожилие (7), сухожилие длинного сгибателя первого пальца (8).

У пациентов с последствиями переломов пяточной кости могут возникать два фактора хронической травматизации малоберцовых сухожилий: механическое сдавление костными фрагментами и нестабильность, которая чаще всего связана с повреждением верхнего удерживателя сухожилий, возникающим непосредственно в момент травмы, либо в ходе открытой репозиции и внутренней фиксации (Clare M.P., Crawford W.S., 2017).

К основным видам патологии малоберцовых сухожилий, связанных с их хронической травматизацией, относят тендинит и тендовагинит, а также частичные и полные разрывы. В особую категорию можно вынести продольные разрывы, которые намного чаще встречаются в сухожилии короткой малоберцовой мышцы на уровне дистальных 4 см малоберцовой кости (Coughlin M.J., Saltzman C.L., Anderson R.B., 2014).

В 2005 г. C.I. Title с соавторами провели биомеханическое исследование, в котором показали, что основным предрасполагающим фактором продольных разрывов сухожилий малоберцовых мышц является хроническая их травматизация при сдавлении между костным выступом, ограничивающим малоберцовую борозду, и сухожилием длинной малоберцовой мышцы.

Этот механизм может вызвать разрыв сухожилия и при острой травме, но, как правило, он связан с несостоятельностью верхнего удерживателя сухожилий и возникновению их хронического подвывиха или вывиха. В такой ситуации при каждом шаге сухожилие короткой малоберцовой мышцы выходит из малоберцовой борозды на латеральную поверхность наружной лодыжки, перекатываясь через костный выступ, дополнительно испытывая давление сухожилия длинной малоберцовой мышцы сзади, чего в норме не происходит. С учетом того, что кровоснабжение сухожилия на верхушке осуществляется лишь брыжейкой, такое воздействие со временем приводит к нарастанию в тканях сухожилия патологических изменений не только за счет механической травматизации, но и за счет ишемии (рис. 7). В целом все эти процессы приводят к разволокнению и возникновению продольного разрыва сухожилия, определяя у

пациентов выраженный болевой синдром в этой области (Dijk P.A.D. van et al., 2016).



Рис. 7. МРТ в корональной проекции на уровне голеностопного сустава.

* – брыжейка сухожилия длинной малоберцовой мышцы

М. Sobel провел гистологическое исследование биоптатов из зоны разрыва и выявил значительные дегенеративные изменения в тканях сухожилия, заключающиеся в разобщении коллагеновых волокон и замещении их грубоволокнистой соединительной тканью, с наличием большого количества фибробластов и без наличия признаков воспаления. Интенсивность этих изменений уменьшалась по мере удаления от зоны разрыва и, соответственно, от зоны хронической механической травматизации (Sobel M. et al., 1991).

В ходе исследования микроциркуляторного русла сухожилий малоберцовых мышц W. Petersen с соавторами обнаружили зону сниженной перфузии в месте изгиба сухожилий у верхушки латеральной лодыжки (Petersen W. et al., 2000). На этом участке кровоснабжение осуществляется лишь сосудами, проникающими из брыжейки сухожилия, которая может повреждаться при травме, что, в свою очередь, еще больше усугубляет дегенеративные изменения и замедляет регенерацию тканей в данной зоне.

Но если сдавления между сухожилием и костью достаточно для дегенерации ткани сухожилия вплоть до его продольного разрыва, то какие изменения и в какие сроки возникают при сдавлении между двумя костными структурами, возникающем при переломах пяточной кости? В наиболее тяжелых случаях после такого перелома латеральная стенка пяточной кости смещается настолько, что полностью заполняет пространство под наружной лодыжкой и тем самым вытесняет сухожилия или сдавливает их, нарушая нормальный трекинг. С течением времени они все дальше смещаются на боковую поверхность наружной лодыжки, отслаивая мягкие ткани и формируя для себя ложный канал. Такое изменение рычага в значительной мере снижает силу действия малоберцовых мышц, а костный упор между латеральной стенкой пяточной кости и наружной лодыжкой может блокировать движения в подтаранном суставе и вызывать дополнительный болевой синдром.

Все эти факторы, могут влиять на внутреннюю структуру сухожилий малоберцовых мышц, однако конкретных гистологических исследований на эту тему не представлено, что и послужило причиной для выполнения гистологической части данного диссертационного исследования.

1.6. Лечение пациентов с последствиями переломов пяточной кости

Предложено множество различных операций для лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости.

Наиболее простой из таких операций является латеральная декомпрессия. J.F. Isbister был одним из первых, кто описал болевой синдром, возникающий из-за конфликта между смещенной латеральной стенкой и верхушкой наружной лодыжки (Isbister J.F., 1974). Эта операция дает хорошие результаты (Braly W.G., Bishop J.O., Tullos H.S., 1985), но изолировано может применяться только у пациентов без значительной деформации пяточной кости и при минимальных признаках артроза подтаранного сустава, что бывает достаточно редко. Поэтому она чаще всего является одним из компонентов оперативного лечения.

Удаления латерального экзостоза и устранения латерального импинджмент-синдрома не всегда бывает достаточно для восстановления стабильности сухожилий малоберцовых мышц. На данный момент известно более 20 методик оперативного лечения данной патологии, но нет консенсуса по поводу оптимальной. Все эти вмешательства можно разделить на четыре основные группы: выполнение пластики верхнего удерживателя сухожилий местными тканями, либо трансплантатами (Beck E., 1981; De S. Das, Balasubramaniam P., 1985; Adachi N. et al., 2006); углубление борозды на задней поверхности малоберцовой кости (Kollias S.L., Ferkel R.D., 1997; Porter D. et al., 2005; Raikin S.M., Elias I., Nazarian L.N., 2008); остеотомии малоберцовой кости (Micheli L.J., Waters P.M., Sanders D.P., 1989; Zhenbo Z. et al., 2014); перевод сухожилий под пяточно-малоберцовую связку (Sarmiento A., Wolf M., 1975; Martens M.A., Noyez J.F., Mulier J.C., 1986; Steinbock G., Pinsger M., 1994). В 2016 году при выполнении обзора литературы Pim van Dijk с соавторами обнаружила, что наиболее оптимальный результат достигается при комбинировании углубления борозды с пластикой верхнего удерживателя сухожилий (Dijk P.A.D. van et al., 2016).

Несомненно, одной из основных операций для устранения болевого синдрома, связанного с посттравматическим артрозом подтаранного сустава, является его артродезирование. Существует множество публикаций, подтверждающих эффективность применения данной операции у пациентов с таранно-пяточной коалицией, ригидной плоско-вальгусной деформацией стопы, нестабильностью подтаранного сустава, реактивными артритами и, конечно, посттравматическим артрозом подтаранного сустава (McLaughlin H.L., 1963; Johansson J.E., Harrison J., Greenwood F.A., 1982; Russotti G.M., Cass J.R., Johnson K.A., 1988; Mann R.A., Beaman D.N., Horton G.A., 1998). Основным хирургическим доступом к этому суставу является латеральный через таранный синус с применением различных вариантов кожного разреза (Davies M.B. et al., 2007). Kalamchi и Evans использовали задний доступ вдоль латерального края Ахиллова сухожилия (Kalamchi A., Evans J., 1977). Некоторые авторы также используют медиальный доступ, особенно, если необходимо выполнить

артродезирование и таранно-ладьевидного сустава (Knupp M. et al., 2015). Следующим этапом при артрорезировании является удаление хряща с суставных поверхностей. Многие авторы рекомендуют выполнять эту манипуляцию при помощи остеотома, удалять вместе с хрящом около 2 мм субхондральной кости до получения кровоточащей поверхности, но при этом не нарушать конгруэнтность, что обеспечит хороший контакт между таранной и пяточной костью (Easley M.E. et al., 2000). В настоящее время наиболее широко распространена внутренняя фиксация одним или двумя канюлированными винтами с неполной резьбой, что обеспечивает дополнительную компрессию. Описывают три основных способа проведения винтов: со стороны бугра пяточной кости в блок или шейку таранной кости, со стороны шейки таранной кости в пяточную кость и с ниже-латеральной поверхности пяточной кости в шейку таранной (Dennyson W.G., Fulford G.E., 1976; Rammelt S. et al., 2004; Pollard J.D., Schuberth J.M., 2008). Как альтернативный метод некоторые авторы предлагают фиксацию скрепками (Huang P.J. et al., 1999).

В последнее время все больше набирает популярность выполнение этой операции с применением артроскопической техники. Первые отчеты о выполнении таких операций относятся еще к 1985 году, изначально доступ к подтаранному суставу выполнялся через параахиллярный и латеральный порты (Parisien J.S., Vangness T., 1985; Frey C., Gasser S., Feder K., 1994). Далее этот доступ модифицировал van Dijk с соавторами, предложив располагать оба портала сзади (по латеральному и медиальному краю Ахиллова сухожилия), что позволило получать доступ одновременно и к подтаранному, и к голеностопному суставам (Dijk C.N. van, Scholten P.E., Krips R., 2000). По данным метаанализа, проведенного X. Roussignol применение артроскопической техники позволяет снизить частоту осложнений, связанных с мягкими тканями (повреждение икроножного нерва, краевой некроз кожи, инфекционных осложнений), а также количество несращений, по сравнению с открытыми вариантами данной операции. Ограничениями для данной методики могут стать остеофиты, блокирующие доступ к подтаранному суставу, наличие значительной деформации

заднего отдела стопы или костных дефектов, требующих замещения (Roussignol X., 2015).

Нужно учитывать, что артроз подтаранного сустава является далеко не единственным источником боли у пациентов с последствиями переломов пяточной кости, и при наличии выраженной деформации пяточной кости моделирующей резекцией суставных поверхностей при артродезировании далеко не всегда удастся восстановить анатомические взаимоотношения в заднем отделе стопы (Huang P.J. et al., 1999).

Целый ряд операций при артродезировании подтаранного сустава предполагает использование свободного костного трансплантата. В большинстве своем они являются модификациями операций, изначально предложенных Gallie в 1943 году и Grice в 1952 году. Основной идеей операции Grice было выполнение «внесуставного» артродеза подтаранного сустава с установкой костного блока из крыла подвздошной кости в ложе, подготовленное в области таранного синуса. Gallie же предлагал устанавливать костный блок, взятый из большеберцовой кости, в зону задней фасетки подтаранного сустава после удаления остатков хряща. В оригинале ни один из авторов не использовал внутреннюю фиксацию. Все последующие модификации этих операций заключались в изменении донорского места для взятия блока, метода фиксации и операционного доступа (Gallie W.E., 1943; Thomas F.B., 1967; Kalamchi A., Evans J., 1977; Johansson J.E., Harrison J., Greenwood F.A., 1982). Основной целью этих операций было достижение костного анкилоза, но не восстановление анатомии стопы.

Принципиально новый подход к этой операции предложил J.B. Carr с соавторами в 1988 году, выполняя дистракцию на уровне подтаранного сустава у пациентов со значительным уменьшением высоты заднего отдела, горизонтальным положением таранной кости и выраженным подвывихом в таранно-ладьевидном суставе. Степень дистракции и размер костного блока определялись по рентгенограммам стопы в боковой проекции для максимально возможного восстановления высоты заднего отдела (Carr J.B., Hansen S.T., Benirschke S.K., 1988). Ограничением этой методики является то, что медиальный

связочный комплекс является менее растяжимым, чем латеральный, в результате чего при необходимом объеме дистракции может возникать варусное отклонение бугристости пяточной кости (Myerson M., Quill G.E., 1993; Bednarz P.A., Beals T.C., Manoli A., 1997).

Существует большое количество различных вариантов остеотомий пяточной кости, каждый из которых можно использовать для коррекции анатомии заднего отдела стопы. Так, для коррекции варусного положения бугристости пяточной кости широко применяется остеотомия Dwyer. Сам автор предложил данную остеотомию еще в 1959 году для коррекции поло-варусной деформации стопы, для этого он убирал клин по латеральной поверхности пяточной кости позади задней фасетки подтаранного сустава (Dwyer F., 1959). Подобную остеотомию предложил A. Steindler в 1921, она выполнялась через передний отросток пяточной кости и шейку таранной кости, что привело к большому количеству асептических некрозов головки таранной кости и отказу от выполнения данной остеотомии (Steindler A., 1921; Huber H., Galantay R., Dutoit M., 2002). Ограничением остеотомии Dwyer является то, что при ее выполнении происходит дополнительное укорочение пяточной кости.

Поперечную остеотомию пяточной кости описывал в 1893 году A. Gleich, в 1923 году J.P. Lord и в 1960 F. Dwyer для коррекции плоско-вальгусной деформации стопы. Эта остеотомия позволяет смещать бугристую латерально, либо медиально, а также низводить ее для восстановления высоты заднего отдела. При ее выполнении нужно быть предельно осторожным, чтобы не повредить структуры, проходящие по медиальной поверхности.

D.L. Greene в исследовании на анатомическом материале показал, что линию остеотомии на медиальной поверхности в 86% пересекает сенсорная ветвь к пяточной кости от большеберцового нерва, и в 77% ветвь задней большеберцовой артерии. Повреждение нерва может вызвать парестезии, снижение чувствительности и болевой синдром по медиальной и нижней поверхностям заднего отдела стопы, а повреждение артерии может привести к формированию гематомы в этой области (Greene D.L. et al., 2001).

В своем исследовании P.J. Huang сравнивал результаты выполнения данной остеотомии с артрорезированием подтаранного сустава *in situ*, он отметил, что в группе с остеотомией пациенты отмечали лучший косметический эффект и меньше проблем с подбором обуви, но объективно не было разницы между группами по функциональному результату. Автор связывает это с недостаточностью восстановления высоты заднего отдела и необходимостью выполнения Z-образного удлинения ахиллова сухожилия (Huang P.J. et al., 1999).

М.М. Romash в 1993 году предложил дополнять артрорезирование подтаранного сустава остеотомией через основную линию перелома, описанную Burdeaux, позволяя действовать обратно механизму травмы и устранять деформацию сразу в трех плоскостях. Эта остеотомия позволяет очень точно восстанавливать высоту и длину пяточной кости, а также положение бугристости пяточной кости, но ее невозможно применить, если при переломе имеется несколько вторичных линий перелома со значительным смещением отломков и деформацией пяточной кости. Сам автор опубликовал статью, в которой отмечает хорошие и отличные результаты лечения у 9 пациентов из 10 (Romash M.M., 1993).

При отсутствии признаков артроза, но при нарушении взаимоотношения суставных поверхностей G.-R. Yu с соавторами предлагает выполнять языкообразную остеотомию. Вертикальное плечо остеотомии проходит через таранный синус перед задней суставной фасеткой, а горизонтальное продолжается до задней поверхности пяточной кости. Это позволяет сместить фрагмент для восстановления конгруэнтности суставных поверхностей, образовавшийся дефект заполняют аутокостью и производят фиксацию пластиной. Отрицательными сторонами этой остеотомии является то, что она требует расширенного латерального доступа, и что есть большая вероятность повреждения анатомических структур, проходящих по медиальной поверхности пяточной кости (Yu G.-R. et al., 2013).

По аналогии с остеотомией Scarf, выполняемой на первой плюсневой кости, была предложена Z-образная остеотомия пяточной кости, для того чтобы

позволить смещение фрагмента в трех плоскостях, но при этом не потерять стабильность (Malerba F., Marchi F., 2005).

Для попытки систематизации нарастающего количества возможных оперативных вмешательств были предложены несколько классификаций. Одна из первых – классификация Stephens-Sanders, предложенная в 1996 году (табл. 1).

Таблица 1

Классификация неправильно сросшихся переломов пяточной кости Stephens-Sanders, основанная на анализе изменений, обнаруженных на компьютерной томографии пациентов (Stephens H.M., Sanders R., 1996)

Тип	Лечение
I – экзостоз латеральной стенки +/- артроз латерального отдела подтаранного сустава	Резекция экзостоза +/- резекция части латерального отдела сустава +/- тенолиз сухожилий малоберцовых мышц (Cotton F.J., 1921)
II – экзостоз латеральной стенки + артроз всего подтаранного сустава	Резекция экзостоза + артродезирование подтаранного сустава с пластикой фрагментом экзостоза
III – экзостоз латеральной стенки + артроз всего подтаранного сустава + вальгус/варус заднего отдела стопы	Резекция экзостоза + артродезирование подтаранного сустава + остеотомия пяточной кости Dwyer (Dwyer F., 1959)

В 2003 году Zwipp и Rammelt модифицировали и дополнили эту классификацию (табл. 2).

Модифицированная классификация неправильно сросшихся переломов пяточной кости Zwipp-Rammelt (Zwipp H., Rammelt S., 2003)

Тип	Лечение
0 – деформация заднего отдела стопы без артроза подтаранного сустава	Корригирующие остеотомии пяточной кости (Rammelt S., Grass R., Zwipp H., 2013)
I – артроз подтаранного сустава +/- латеральный экзостоз	Артродезирование подтаранного сустава «in situ» +/- резекция остеофита
II – экзостоз латеральной стенки + артроз подтаранного сустава + варусная/вальгусная деформация заднего отдела стопы	Резекция экзостоза + артродезирование подтаранного сустава + остеотомия пяточной кости / несимметричная резекция суставных поверхностей / пластика клиновидным костным блоком
III – Тип I + снижение высоты заднего отдела стопы	Резекция экзостоза + артродезирование подтаранного сустава с применением дистракционного костного блока
IV – Тип I + трансляция тела пяточной кости кнаружи и кверху	Резекция экзостоза + артродезирование подтаранного сустава + остеотомия пяточной кости по линии консолидации перелома (Romash M.M., 1993)
V – любой тип + подвывих таранной кости в голеностопном суставе	Дополнение основного этапа операции ревизией голеностопного сустава

Хотя эти классификации и вносят ясность в общий алгоритм лечения таких пациентов, они имеют скорее рекомендательный характер. Авторы лишь

упоминают рентгенологические ориентиры, не называя точных значений и норм, не представляют статистически обработанных данных, а в качестве результатов ссылаются на исследования других авторов, в большинстве из которых достаточно малое количество наблюдений (Rammelt S., Zwipp H., 2013).

Помимо этого, существует целый ряд разрозненных статей, предлагающих свои модификации артродезирования подтаранного сустава, корригирующих остеотомий пяточной кости, а также методов оценки рентгенологических параметров и результатов оперативного лечения (табл. 3).

Таблица 3

Статьи, оценивающие результаты применения различных методов лечения пациентов с неправильно сросшимися переломами пяточной кости

Автор	Год	Использованная методика	Количество наблюдений
Romash M.M. (Romash M.M., 1993)	1993	Остеотомия пяточной кости по линии консолидации перелома	10
Bednarz P.A. (Bednarz P.A., Beals T.C., Manoli A., 1997)	1997	Артродезирование с применением дистракционного костного блока	29
Huang P.-J.	1999	Сравнение артродезирования <i>in situ</i> и артродезирования с поперечной остеотомией пяточной кости	28
Trnka H.J. (Trnka H.J. et al., 2001)	2001	Артродезирование с применением дистракционного костного блока	37
Rammelt S. (Rammelt S. et al., 2004)	2004	Артродезирование с применением дистракционного костного блока	31
Clare M.P. (Clare M.P., Lee W.E., Sanders R.W., 2005)	2005	Применение классификации Stephens-Sanders	45

Savva N., Saxby T.S. (Savva N., Saxby T.S., 2007)	2007	Артродезирование in situ	17
Pollard J.D. (Pollard J.D., Schuberth J.M., 2008)	2008	Артродезирование с применением дистракционного костного блока	22
Rammelt S., Zwipp H.	2009	Остеотомия пяточной кости по линии консолидации перелома	12
Young K.W. (Young K.W. et al., 2011)	2011	Поперечная остеотомия пяточной кости	22
Agren P.H. (Ågren P.-H. et al., 2015)	2015	Артродезирование in situ	29

Отсутствие четких рентгенологических критериев, позволяющих выбрать тот или иной вид оперативного вмешательства, а также малое количество статистически подтвержденных данных обуславливает необходимость более глубокого изучения проблемы и создания алгоритма на основе полученных данных, на что и направлено данное исследование.

1.7. Резюме

Подводя итог, следует отметить, что пяточная кость имеет сложную анатомическую форму, создавая на своей поверхности огромное количество областей для прохождения и фиксации мягкотканых структур. Повреждение их, в свою очередь, создает при переломах пяточной кости многокомпонентный болевой синдром. В отечественной литературе отсутствуют данные о необходимости дифференцированного подхода к лечению пациентов с

последствиями переломов пяточной кости. Иностранные источники не дают однозначного ответа на эти вопросы, а являются чаще всего лишь личным отношением автора к этой проблеме.

Комплексный анализ осложнений оперативного лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости, исследование причин возникновения болевого синдрома у таких пациентов поможет выработать алгоритм лечения пациента с рассматриваемой патологией и позволит улучшить результаты их лечения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**2.1. Структура и общая характеристика диссертационного исследования**

Представленное исследование является клиническим и основано на анализе результатов хирургического лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости. Общая схема лечения каждого пациента включала предоперационное обследование, хирургическое вмешательство, раннее послеоперационное наблюдение, иммобилизацию, последующую реабилитацию. Поставленные нами цели и задачи определили те явления и характеристики, которые требовали изучения и сравнения. Полученный клинический материал был разделен на две группы в соответствии с основной методикой лечения и временными рамками обследования.

В первую группу были включены 100 пациентов (100 стоп), которые проходили лечение по поводу последствий переломов пяточной кости в РНИИТО им. Р.Р. Вредена до начала проведения исследования (2000–2016 гг.). Пациентов из данной группы обследовали ретроспективно, тщательно анализировали функциональные и рентгенологические результаты лечения для выявления основных причин осложнений и неудовлетворительных результатов. В дальнейшем анализ этих осложнений позволил сформировать рабочий алгоритм лечения пациентов второй (проспективной) клинической группы, состоявшей из 27 человек (27 стоп). Полученные данные позволили провести сравнительный анализ внутри групп и между группами, оценив клиническую эффективность созданного алгоритма выбора вариантов изолированного или сочетанного использования операций артрорезирования подтаранного сустава и корригирующих остеотомий пяточной кости.

Пациенты обеих групп проходили клиническое обследование по стандартному протоколу, анкетирование по шкале Американского общества хирургии стопы и голеностопного сустава (AOFAS), а также визуально-аналоговой шкале (ВАШ) болевого синдрома, рентгенографию стоп с нагрузкой

(для определения анатомических взаимоотношений), при необходимости компьютерную томографию. Необходимые объективные данные о лечении пациентов из ретроспективной группы получили при анализе архивных историй болезни и рентгенограмм. Клинические данные пациентов проспективной группы исследования оценивали до операции и через 6, 12, 18 и 24 месяца после операции.

Таким образом, все пациенты проходили клинический осмотр через 2 года и более с момента проведенных оперативных вмешательств, что, по данным современной литературы, относится к среднесрочным результатам лечения (Clare M.P., Lee W.E., Sanders R.W., 2005).

Обе клинические группы были сопоставимы по гендерным и возрастным характеристикам.

Все больные, включенные в данное исследование, были прооперированы в одном медицинском учреждении, что нивелирует разницу в результатах, связанную с различным техническим обеспечением. Все данные, полученные в ходе лечения пациентов, были проанализированы, обработаны и оценены непосредственно диссертантом.

Пациентам ретроспективной группы в большинстве случаев было выполнено артрорезирование подтаранного сустава *in situ* с внутренней фиксацией винтами с целью достижения костного анкилоза. После проведенных операций пациенты в течение 8 недель находились в гипсовой иммобилизации и передвигались без опоры на прооперированную стопу при помощи костылей. Пациентам проспективной группы выполнялось оперативное вмешательство в соответствии с разработанным алгоритмом в зависимости от основных источников болевого синдрома, анатомических взаимоотношений в стопе и функционального состояния нижней конечности.

Подводя итог, следует сказать, что представленное исследование было основано на комплексном анализе как клинических, так и рентгенологических результатов лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости для

уточнения показаний, а также выявления положительных и отрицательных сторон различных видов оперативных вмешательств.

2.2. Общая характеристика пациентов, включенных в исследование

Все 127 пациентов (127 стоп), вошедшие в данное диссертационное исследование, были прооперированы в «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России с 2000 по 2016 г. в 1-м, 7-м и 19-м травматолого-ортопедическом отделениях.

Пациенты были разделены на две клинические группы:

- 1) ретроспективная группа состояла из 100 пациентов (100 стоп),
- 2) проспективная группа включала 27 пациентов (27 стоп).

Ретроспективная группа. Функциональные результаты этих пациентов оценивались в сроки от одного года до десяти лет без оценки дооперационных показателей.

Проспективная подгруппа. Пациенты из этой группы обследовались до операции и в сроки 6, 12, 18 и 24 месяца после выполненных вмешательств.

Следует особо отметить, что в исследование были включены только те пациенты, у которых удалось отследить результаты лечения в установленные сроки. Распределение пациентов ретроспективной и проспективной клинических групп по возрасту и полу представлено в таблице 4.

Таблица 4

Гендерные и возрастные характеристики больных ретроспективной и проспективной клинических групп

Группа	Кол-во стоп	Кол-во больных	Возраст	Пол	
				Жен.	Муж.
Ретроспективная	100	100	43,7±13,2	38%	62%
Проспективная	27	27	47,3±14,3	44,4%	55,6%

Среди всех пациентов работающих было 79,5%, пенсионеров и безработных – 20,5%.

К клиническим проявлениям последствий переломов пяточной кости относятся: видимая глазом деформация заднего отдела стопы; боль в области подтаранного сустава, вертушки наружной лодыжки и передней поверхности голеностопного сустава; трудности при подборе удобной обуви; ограничение движений в голеностопном суставе. Большая часть пациентов связывала усиление болевого синдрома с движениями и нагрузкой, особенно при ходьбе по неровным поверхностям и босиком.

Для объективизации жалоб и оценки функционального состояния использовали шкалу американской ассоциации хирургии стопы и голеностопного сустава (AOFAS) для заднего отдела, которая в настоящее время считается общепринятой и наиболее полно характеризующей заболевания в обследуемой области (Madeley N.J. et al., 2012; Ceccarelli F., Calderazzi F., Pedrazzi G., 2014).

Минимальная продолжительность заболевания от момента травмы до обращения пациента к врачу составила 5,2 месяца, максимальная – 26 лет. Подавляющее большинство пациентов получили перелом пяточной кости в результате падения с высоты (85%), остальные – при ДТП (15%). Распределение пациентов по методам первичного лечения представлены в таблице 5.

Распределение пациентов по типу травмы и методам первичного лечения перелома пяточной кости

Причина травмы		Первичное лечение		
Падение с высоты	ДТП	Гипсовая иммобилизация	Открытая репозиция, внутренняя фиксация	Применение АВФ
85%	15%	89%	6,3%	4,7%

В дальнейшем, в ходе активизации после сращения переломов, практически все пациенты отмечали стойкий болевой синдром в заднем отделе стопы, который не уменьшался в ходе реабилитации и консервативного лечения. У значительной части пациентов наблюдались признаки латерального импинджмент-синдрома и теносиновит сухожилий короткой и длинной малоберцовых мышц, вызывающие дискомфорт и болевые ощущения, усиливающиеся при движении. Проблемы с подбором обуви у этих пациентов были связаны с болевым синдромом в области подтаранного сустава и значительным расширением заднего отдела стопы, что заставляло пациентов носить только широкую мягкую обувь (спортивные кроссовки), а также пользоваться подпяточником из-за снижения высоты заднего отдела и конфликтом между лодыжками и боковыми краями обуви. Из-за развития болевого синдрома многие пациенты вынуждены были ограничивать себя в повседневной и спортивной активности, сменить профессию, резко уменьшить дистанцию ходьбы.

2.3. Методы обследования пациентов

Для оценки эффективности оперативного лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости применялось комплексное обследование, включающее клинические, лучевые, инструментальные и

гистологические методы исследования. Для обработки полученных данных применялись методики вариационной и корреляционной статистики.

2.3.1. Клинический метод исследования

Клинический метод исследования включал сбор субъективных данных (жалоб, анамнеза заболевания) и физикальное обследование по общепринятой методике.

При общении с пациентом оценивали обстоятельства, при которых была получена травма, последующее лечение, сроки возникновения симптомов болезни, их динамику, факторы организма, которые могли повлиять на течение заболевания. Оценивали характер болевого синдрома, его локализацию и зависимость от физических нагрузок, необходимость в дополнительной опоре, трудности при выборе обуви, ограничения в повседневной физической активности и спорте.

Осмотр больных осуществляли следующим образом: пациенту предлагали полностью снять брюки, носки и обувь, затем встать равномерно на обе ноги на ровный пол. Полный осмотр нижней конечности проводился для выявления возможных деформаций на уровне бедра или голени, патологии тазобедренного или коленного сустава, возможного наличия сопутствующих заболеваний, таких как патология сосудов нижних конечностей (варикозная болезнь, атеросклероз), заболевания кожи (бактериальные, грибковые), неврологические нарушения (вертеброгенный болевой синдром).

Осмотр начинали в положении пациента лицом к врачу: оценивали форму переднего и среднего отделов стопы, голеностопного сустава. Далее просили пациента повернуться спиной к обследующему, визуально определяли положение пяточной кости и оценивали форму заднего отдела стопы в целом, потому что в большинстве случаев следствием смещения фрагментов в момент перелома становится расширение и уменьшение высоты заднего отдела, а также вальгусная установка пяточной кости (рис. 8). Пациенту предлагалось пройти несколько метров для оценки походки, что было необходимо для исключения

неврологических расстройств в нижних конечностях, и более точного определения источников болевого синдрома. При ходьбе босиком усиливается болевой синдром, исходящий из подтаранного сустава, так как без обуви сустав становится более мобильным.



Рис. 8. Пигментация кожи, выраженная отечность (не прослеживаются контуры лодыжек и ахиллова сухожилия), вальгусная деформация на уровне заднего отдела стопы

После визуального осмотра в положении стоя больного просили лечь на кушетку и полностью расслабить нижние конечности. Производили визуальный осмотр стоп для выявления и определения степени выраженности гиперкератозов и отека.

После визуального осмотра переходили к пальпации стоп. В первую очередь определяли болезненность при пальпации разных отделов стопы и голени. У значительной доли пациентов выявлялась болезненность при пальпации в области вершины наружной лодыжки и по ходу сухожилий малоберцовых мышц, что указывало на наличие латерального импинджмент-синдрома. Далее проводили провокационную пробу на нестабильность сухожилий малоберцовых мышц (для выявления их вывиха или подвывиха).

Клинически определяли объем движений и стабильность в голеностопном и подтаранном суставах, объем движений в среднем отделе стопы, а также в суставах пальцев. При измерении амплитуды движений в голеностопном суставе применяли стандартный угломер, центр вращения устанавливали у внутренней лодыжки, одну браншу устанавливали по оси голени, вторую по линии, соединяющей переднюю и заднюю точки опоры стопы. У значительного количества пациентов наблюдалось ограничение тыльного сгибания в голеностопном суставе, что часто было связано с горизонтальным положением таранной кости и формированием переднего импинджмент-синдрома между шейкой таранной кости и передним краем большеберцовой кости (рис. 9).



Рис. 9. Рентгенограмма пациента с выраженным изменением положения таранной кости и признаками переднего импинджмент-синдрома

Для оценки движений в подтаранном суставе сравнивали объем активной инверсии и эверсии двух стоп, затем мануально проверяли пассивный объем движений в подтаранном суставе. В подавляющем большинстве случаев эти движения были резко ограничены и болезненны.

У незначительного количества пациентов были выявлены неврологические нарушения, проявляющиеся болями, гипоэстезией или парестезиями в зонах, иннервируемых большеберцовым или икроножным нервом, что было связано с

вовлечением ветвей одного из них в рубцовый процесс, вызванный непосредственно травмой или предыдущими оперативными вмешательствами. Для оценки нарушений определяли зону, на которую распространяется то или иное нарушение чувствительности, а также применяли тест Тинеля (постукивание по ходу нерва) для провоцирования характерных болей. В спорных случаях выполняли электронейромиографию.

У всех обследованных пациентов сохранялась полная функциональная активность мышц бедра и голени.

Предоперационное обследование выполнялось по стандартной методике и включало в себя общеклинические анализы крови и мочи, биохимический анализ крови (общий белок, креатинин, холестерин, глюкозу, общий билирубин, аланинаминотрансферазу, аспаратаминотрансферазу, мочевины, С-реактивный белок), коагулограмму, выполнение электрокардиографии. Все пациенты были осмотрены терапевтом для выявления сопутствующей соматической патологии, при необходимости пациенты получали дополнительную консультацию у врачей других специальностей (эндокринолог, невролог, хирург, клинический фармаколог, ангиохирург). Для решения вопроса о виде необходимой анестезии все пациенты осматривались анестезиологом.

Оценку интенсивности болевого синдрома и функционального состояния стопы осуществляли с помощью шкал ВАШ и AOFAS до оперативного лечения (для проспективной группы исследования), затем в сроки 6, 12, 18 и 24 месяца после выполненных вмешательств у больных из проспективной группы и в сроки от 26 до 105 месяцев у пациентов из ретроспективной группы.

Визуально-аналоговая шкала интенсивности болевого синдрома представляет собой линию длиной в 10 сантиметров, на которой пациент указывал точку наиболее близкую к интенсивности болевого синдрома, которую он испытывает. Начало линии соответствует полному отсутствию боли и обозначается цифрой 0, конец линии соответствует экстремальным болевым ощущениям и обозначается цифрой 10. Данный метод оценки болевого синдрома является общепринятым в мировой практике и способен достоверно отражать

динамику болевого синдрома. Для оценки функционального состояния стопы применяли шкалу, предложенную Американским ортопедическим обществом стопы и голеностопного сустава (The American Orthopaedic Foot and Ankle Society – AOFAS) (табл. 6).

Таблица 6

Шкала оценки состояния заднего отдела стопы, предложенная
Американским ортопедическим обществом стопы и голеностопного сустава

Боль (40 баллов)	
Нет	40
Легкая, периодически	30
Умеренная, ежедневно	20
Значительная, почти всегда	10
Функция (50 баллов) Ограничение повседневной и спортивной активности, необходимость в дополнительной опоре	
Нет ограничений и необходимости в дополнительной опоре	10
Нет ограничений повседневной активности, есть ограничение в спорте, нет необходимости в дополнительной опоре	7
Ограничена повседневная активность, нет возможности заниматься спортом, трость	4
Существенное ограничение повседневной активности и дистанции ходьбы, необходимость в использовании костылей, ходунков, кресла-каталки, жестких фиксаторов для стопы	0
Максимальная дистанция непрерывной ходьбы, кварталы	
Более 6	5
4-6	4
1-3	2
Менее 1	0
Поверхность для ходьбы	
Нет затруднений по любой поверхности	5

Некоторое затруднение при ходьбе по неровным поверхностям, ступеням, уклонам	3
Существенные затруднения при ходьбе по неровным поверхностям, ступеням, уклонам	0
Нарушение походки	
Нет или легкое	8
Заметное	4
Значительное	0
Объем движений в голеностопном суставе (сумма тыльного и подошвенного сгибания)	
В норме или легкое ограничение ($\geq 30^{\circ}$)	8
Умеренное ограничение (15° - 29°)	4
Существенное ограничение (менее 15°)	0
Объем инверсии и эверсии в стопе	
В норме или слегка ограничен (75% - 100% от нормы)	6
Умеренное ограничение (25% - 74% от нормы)	3
Существенное ограничение (менее, чем 25% от нормы)	0
Состоятельность капсульно-связочного аппарата заднего отдела стопы (передне-задняя, варус-вальгус)	
Стабильный	8
Определяется нестабильность	0
Ось заднего отдела/деформация (10 баллов)	
Нормальная ось, хорошая опора на задний отдел, нет деформации среднего отдела стопы	10
Умеренное отклонение оси, хорошая опора на задний отдел, некоторая бессимптомная деформация среднего отдела стопы	8
Значительное отклонение оси, плохая опора на задний отдел, симптоматичная деформация среднего отдела стопы	0

Шкала состоит из 9 пунктов, каждый из которых отражает различные

аспекты состояния стопы и качества жизни пациента, приравненные к числовым значениям. Наилучший результат равен 100 баллам, наихудший – 0 баллов. Однако у пациентов, которым выполнялось артродезирование подтаранного сустава, не учитывался пункт, оценивающий объем движений в подтаранном суставе, что делало 94 балла максимально возможным результатом.

Анализ жалоб и анамнеза заболевания, клиническое обследование пациента является неотъемлемой частью диагностики последствий переломов пяточной кости, но они должны дополняться комплексным рентгенологическим и инструментальным обследованиями.

2.3.2. Рентгенологический метод исследования

Всем пациентам выполняли рентгенографию голеностопного сустава в прямой и боковой проекциях с захватом всей стопы и рентгенограммы пяточной кости в аксиальной проекции с захватом костей голени (рентгеновская трубка располагалась сзади от пациента и устанавливалась под углом 45° к горизонтальной плоскости). Все снимки (кроме тех, которые выполнялись на следующий день после оперативного вмешательства) выполнялись в положении пациента стоя с полной нагрузкой на стопу. Для повышения точности масштабирования применялась рентген-контрастная линейка.

Пациентам из проспективной группы рентгенологическое исследование проводилось перед оперативным вмешательством, на следующие сутки после оперативного вмешательства, через 2 месяца с момента травмы для определения сращения в подтаранном суставе и далее каждые полгода в течение двух лет. Пациентам из ретроспективной группы исследование проводилось однократно при вызове на очное обследование.

При анализе рентгенограмм пациентов из проспективной группы перед оперативным вмешательством оценивали следующие показатели (рис. 10, 11):

1. Степень повреждения суставных фасеток пяточной кости, а также степень артрозных изменений в подтаранном, пяточно-кубовидном и таранно-ладьевидном суставах, которая оценивалась по рентгенологической

классификации остеоартроза, предложенной Kellgren J.H и Lawrence J.S. (1957), которая затем была усовершенствована Leuquesne в 1982 г.

2. Выраженность экзостоза латеральной стенки пяточной кости.
3. Необходимое положение бугра пяточной кости, определенное с применением разработанного в РНИИТО и запатентованного метода расчета коррекции деформации заднего отдела стопы (Соломин Л.Н. с соавт., 2017).
4. Угол наклона пяточной кости (образованный пересечением оси пяточной кости с горизонтальной поверхностью, в норме равен 10-30°).
5. Угол инклинации таранной кости (образован пересечением оси таранной кости с горизонтальной поверхностью, в норме равен 19-25°).
6. Угол Меари (Meary's angle, образован пересечением оси таранной кости и оси первой плюсневой кости, в норме равен $\pm 4^\circ$).
7. Длину пяточной кости (от наиболее выступающей точки бугра до пяточно-кубовидного сустава).
8. Высоту заднего отдела стопы (от самой нижней точки бугра пяточной кости до самой верхней точки блока таранной кости).
9. Расположение бугра пяточной кости относительно оси большеберцовой кости во фронтальной плоскости (угол между анатомической осью большеберцовой кости и осью пяточной кости).

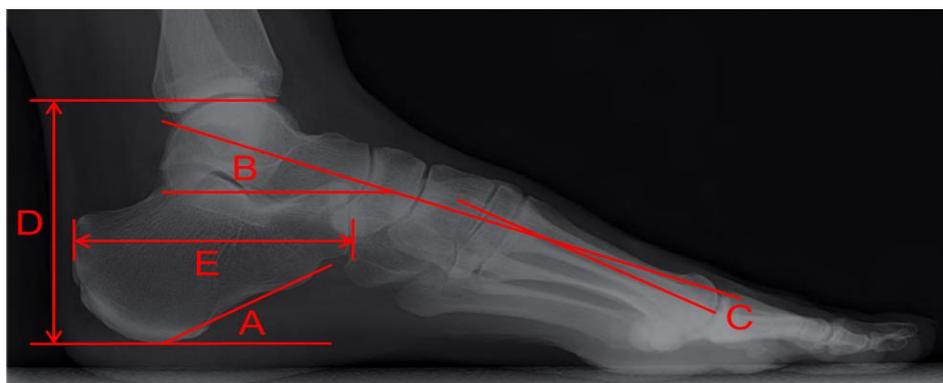


Рис. 10. Показатели, измеряемые при анализе рентгенограмм стопы в боковой проекции: А – угол наклона пяточной кости, В – угол инклинации таранной кости, С – угол Меари, D – высота заднего отдела стопы, E – длина пяточной кости

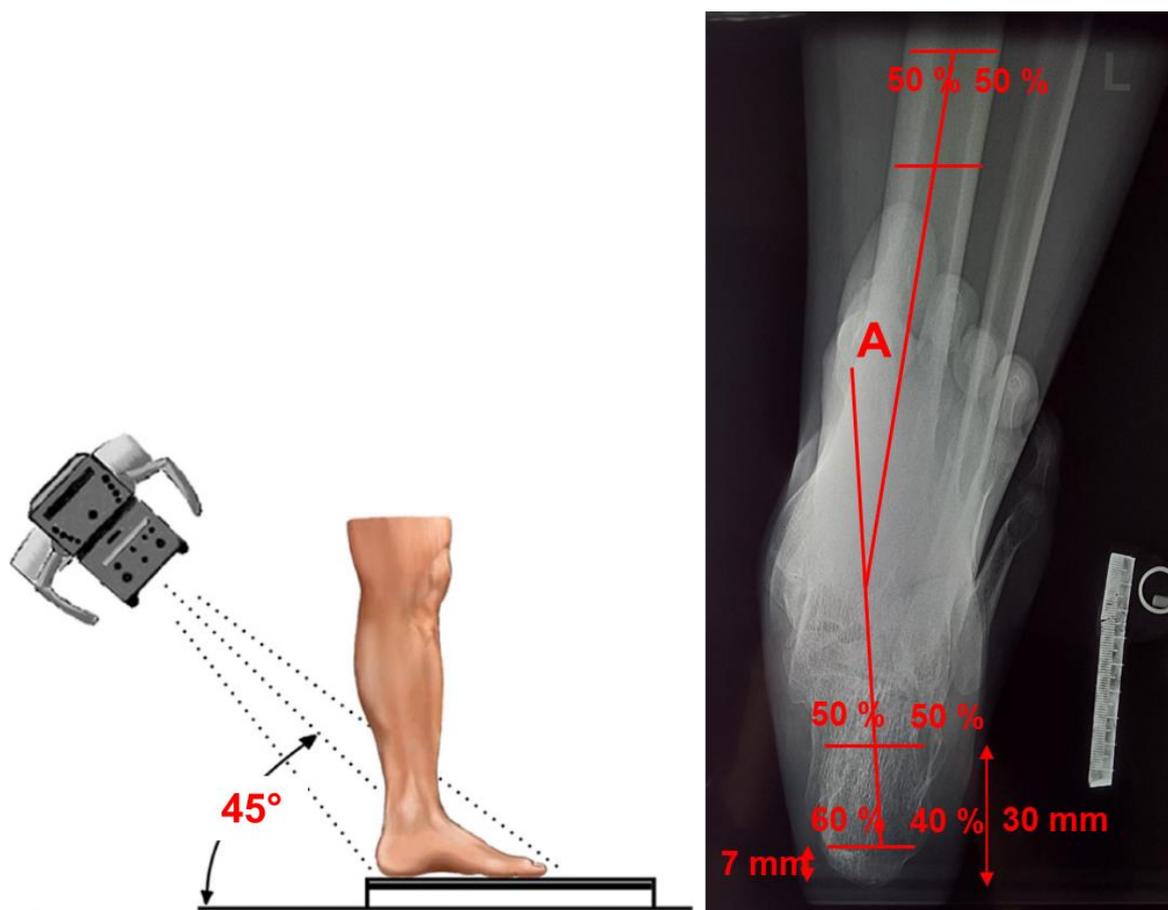


Рис. 11. Техника выполнения рентгенограмм пяточной кости в аксиальной проекции (а), угол А между анатомической осью большеберцовой кости и осью пяточной кости (б)

При анализе снимков пациентов из проспективной группы в сроки 6, 12, 18 и 24 месяца после оперативного вмешательства, а также у пациентов из ретроспективной группы оценивали следующие показатели:

1. Признаки костного анкилоза подтаранного сустава (отсутствие суставной щели, наличие костных балок, пересекающих область подтаранного сустава).
2. Степень артрозных изменений в суставах, смежных с зоной оперативного вмешательства.
3. Повторное измерение угла наклона пяточной кости, угла инклинации таранной кости, угла Меари, длины пяточной кости, высоты заднего отдела

стопы, расположения бугра пяточной кости относительно оси большеберцовой кости во фронтальной плоскости.

У пациентов ретроспективной группы также измеряли величину отклонения положения бугра пяточной кости в сагиттальной плоскости с применением РЛУ для заднего отдела стопы по рентгенограммам в боковой проекции (Соломин Л.Н. с соавт., 2017) (рис. 12).

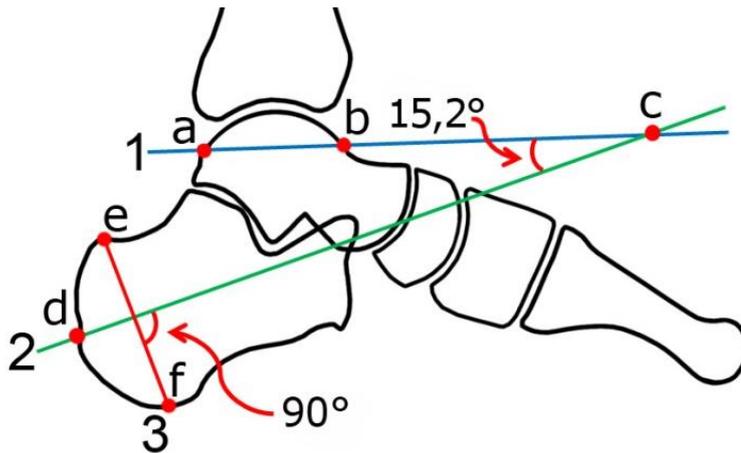


Рис. 12. РЛУ для анализа заднего отдела стопы
(методика расчета представлена в тексте соответствующей главы)

Компьютерную томографию перед оперативным вмешательством применяли в сложных диагностических случаях для оценки:

- посттравматических изменений в подтаранном и пяточно-кубовидном суставах;
- состояния смежных суставов (голеностопного, таранно-ладьевидного, сустава Лисфранка);
- общей формы пяточной кости;
- размера экзостоза латеральной стенки пяточной кости, степени уменьшения пространства под вершущкой наружной лодыжки (на режиме для мягких тканей оценивали степень сдавления сухожилий малоберцовых мышц, наличие их подвывиха или вывиха).

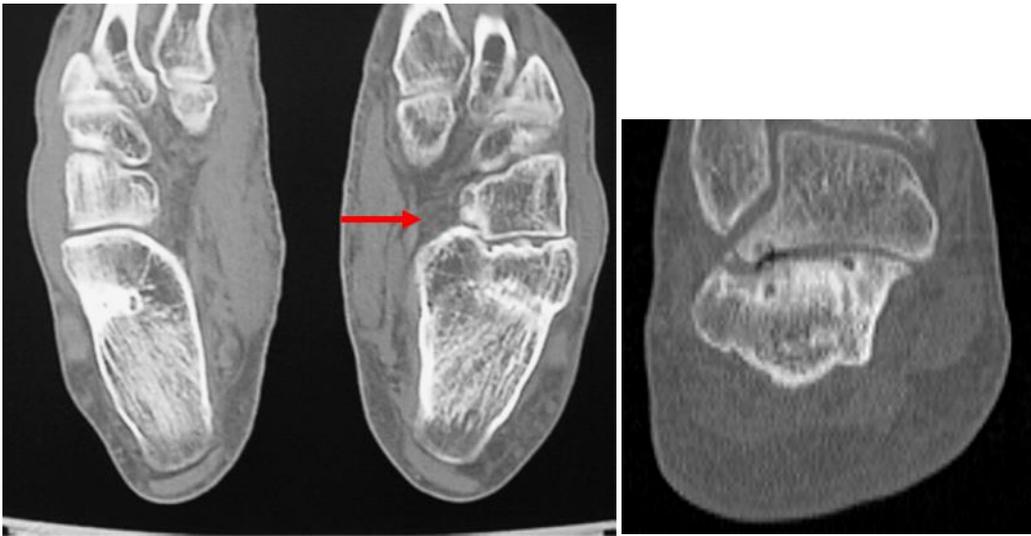


Рис. 13. Компьютерные томограммы пациентов до оперативного лечения, демонстрирующие посттравматические изменения в пяточно-кубовидном суставе (а), посттравматические изменения в подтаранном суставе и признаки латерального импинджмент-синдрома (б)

У пациентов проспективной группы в послеоперационном периоде, а также у пациентов ретроспективной группы компьютерную томографию применяли для подтверждения формирования костного анкилоза в артродезированных суставах.

2.3.3. Методика оценки морфологических изменений в структуре сухожилия короткой малоберцовой мышцы при наличии латерального импинджмент-синдрома

У 15 пациентов из проспективной группы, у которых был диагностирован латеральный-импинджмент синдром (сдавление сухожилий малоберцовых мышц и окружающих мягких тканей), во время оперативного вмешательства выполняли биопсию сухожилия короткой малоберцовой мышцы из двух зон: непосредственно из места сдавления и из вышележащих отделов, не подверженных сдавлению.

Полученный материал фиксировали 10% нейтральным формалином в течение 24 часов, обезвоживали в изопропанолу восходящей концентрации с использованием установки проводки гистологического материала Microm STP-

120 (Micron Technology, США) и заливали в парафин, применяя заливочную установку Leica (Leica, Германия). Срезы толщиной 5 мкм получали с помощью санного микротомы Leica (Leica Microsystems, Германия) и окрашивали гематоксилином и эозином (Биовитрум, Россия) с использованием установки окраски «Рафаэлло» (DIAPATH, S.p.A., Италия), азур II и эозином по Романовскому, трехцветной окраской по Маллори. Патоморфологический анализ гистологических препаратов и фотодокументирование проводили, используя микроскоп Nikon E-50i (Nikon, Япония), объективы: 4, 10, 20 и 40 и окуляр 10 (Nikon, Япония). Анализ альтеративных изменений, регенерации и перестройки сухожилия проводили с помощью системы анализа изображения в программе ВидеоТест-Морфо 4.0 (ВидеоТест, Россия). Оценивали (по четырехбалльной шкале): степень замещения сухожилия рубцовой тканью, выраженность отека, дегенеративных и воспалительных изменений, липоматоза, ангиоматоза.

2.4. Статистическая обработка полученных результатов

После получения исходных данных пациентов были составлены электронные таблицы с использованием компьютерной программы Microsoft Excel, которая позволяет легко редактировать и обрабатывать электронные таблицы. Для статистической обработки полученных данных применялись методы прикладной статистики, адекватные решаемым задачам. Для вычисления использовалась программа Statistica (версия 10), она же применялась для графического представления данных, так как позволяет на одном графике типа "короб с усами" (box-and-whisker plot) представить как исходные значения, так и основные результаты их анализа: средние значения (M), медианы (Me), квартили (Q), доверительные интервалы (ДИ).

Изначально все полученные данные проверялись на соответствие с нормальным (гауссовым) распределением. Помимо графического отображения соответствия нормальному распределению использовались три критерия, используемые в настоящее время при большинстве статистических исследований:

критерий Шапиро – Уилка, критерий Колмогорова – Смирнова и критерий Лилиефорса.

Большая часть исследуемых данных не соотносилась с нормальным распределением. Поэтому для обработки этих данных мы использовали методы непараметрической статистики. При наличии двух независимых выборок, таких как значение угла вальгусного отклонения первого пальца стопы, их сравнивали при помощи критерия Вилкоксона – Манна – Уитни (Mann - Whitney - Wilcoxon). При наличии же трех и более выборок использовали критерий Краскела – Уоллиса (Kruskal-Wallis), являющийся многомерным обобщением критерия Вилкоксона (Wilcoxon), при использовании которого можно проводить попарное сравнение групп показателей с поправкой на множественное сравнение по Бонферрони (Bonferroni). При сравнении зависимых выборок для одной и той же группы пациентов нами применялись непараметрический критерий Вилкоксона (Wilcoxon) и Sign test. При наличии нескольких зависимых показателей использовали критерий Фридмана (Friedman), который является обобщением критерия Вилкоксона. Для поиска корреляции между выборками мы использовали, в первую очередь, критерий линейной корреляции Пирсона, который в дальнейшем перепроверяли более достоверным (для выборок с “ненормальным распределением”) критерием ранговой корреляции Спирмена.

В качестве заключения следует сказать, что использованные в исследовании методы обследования пациентов, а также методы статистической обработки данных были достаточными для решения поставленных задач.

ГЛАВА 3

**КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ
ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ РЕТРОСПЕКТИВНОЙ
КЛИНИЧЕСКОЙ ГРУППЫ**

**3.1. Общая характеристика клинико-функциональных показателей
пациентов ретроспективной группы**

В ретроспективную клиническую группу в общей сложности включено 100 пациентов (100 прооперированных стоп). Распределение пациентов по полу, возрасту и условиям труда представлено в таблице 7. Средний возраст пациентов составил 43,7 года, работающих было 76%, неработающих – 24%. По данным многочисленных публикаций, доля работоспособных мужчин (чаще промышленных рабочих) среди всех пациентов с представленной патологией преобладает и может достигать 90%, при этом сроки нетрудоспособности варьируют от трех до пяти, а иногда и более лет с момента первичной травмы, что делает эту проблему еще более социально-экономически значимой (Essex-Lopresti P., 1952; Widen A., 1954; Lindsay W.R., Dewar F.P., 1958; Parkes 2nd J.C., 1973).

Таблица 7

Половозрастная характеристика и распределение по условиям труда
пациентов ретроспективной группы

Общее количество пациентов	Возраст	Пол		Условия труда		
		М	Ж	Больше стоя	Больше сидя	Смешанные
100	43,7±13,2	62%	38%	30%	25%	21%

Распределение пациентов по типу полученной травмы и предшествующему лечению представлено в таблице 8. В подавляющем большинстве случаев

механизмом травмы было падение с высоты более 2 метров с последующим консервативным лечением при помощи гипсовой иммобилизации. Как следует из анализа литературы, хороших результатов можно достигнуть при консервативном лечении внутрисуставных переломов пяточной кости лишь в случаях отсутствия смещения отломков, подтвержденном на КТ. Консервативное лечение внутрисуставных переломов со смещением, а тем более многооскольчатых переломов (типы 2 и 3 по КТ классификации Sanders) приводит к неудовлетворительным результатам (Crosby L.A., Fitzgibbons T., 1990; Hildebrand K.A. et al., 1996; Schubert J.M., Cobb M.D., Talarico R.H., 2009; Makki D. et al., 2010), что и можно проследить на примере данной группы исследования.

Таблица 8

Характеристика пациентов по характеру травмы и первичному лечению

Травма		Первичное лечение		
Падение с высоты	ДТП	Гипсовая иммобилизация	Открытая репозиция, внутренняя фиксация	Применение АВФ
82%	18%	90%	5%	5%

Согласно дизайну исследования, у пациентов ретроспективной группы после оперативного лечения был выполнен анализ рентгенограмм, проведен осмотр, опрос по шкале AOFAS, определена амплитуда движений в голеностопном суставе. Средний срок с момента оперативного вмешательства до осмотра составил $53,1 \pm 21,1$ месяца (минимальный срок – 26,4 месяца, максимальный – 105 месяцев). В современной литературе при оценке результатов лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости установлена граница между краткосрочными и среднесрочными результатами оперативного лечения в 2 года, что и было учтено при планировании данного исследования, а

также при сборе данных и формировании групп (Clare M.P., Lee W.E., Sanders R.W., 2005).

При проверке на нормальность распределения количественных показателей (возраст, срок с момента с травмы до реконструктивной операции, срок с момента реконструктивной операции до осмотра, рентгенологических показателей, объема движений в голеностопном суставе, интенсивности болевого синдрома по ВАШ и результатов оценки по шкале AOFAS) с применением тестов Лилиефорса, Колмогорова – Смирнова, Шапиро – Вилка было выявлено, что все показатели имеют ненормальное распределение, что определило использование непараметрических методов статистического анализа.

Для клинической оценки результатов лечения пациентов была использована шкала Американской ассоциации хирургов стопы и голеностопного сустава (AOFAS) для заднего отдела стопы. Анализ литературы показал, что эта шкала является одной из самых широко используемых в мировой практике для оценки результатов лечения пациентов с патологией заднего отдела стопы. Русскоязычная версия шкалы прошла валидацию и по своим клинико-метрическим свойствам сопоставима с оригиналом (Ярыгин Н.В. с соавт., 2011).

Максимально возможный результат для пациентов после артрорезирования подтаранного сустава составляет 94 балла (без 6 баллов, используемых для оценки объема движений в соответствующем суставе). Так, результат 90-94 балла оценивался как отличный, 75-89 баллов – как хороший, 50-74 балла – как удовлетворительный, менее 50 баллов – как плохой (Yavuz U. et al., 2014).

Среднее значение по этой шкале в ретроспективной группе представленного исследования составило $75,5 \pm 18,4$ баллов, при минимальном значении – 30 баллов, а максимальном – 94 балла. Результаты оценки по шкале AOFAS представлены в таблице 9. Доля неудовлетворительных результатов составила 13%. Доверительный интервал составил 7,16–20,26% (расчет проводился с использованием углового преобразования Фишера).

Результаты лечения пациентов по шкале AOFAS

Плохой (до 50 баллов)	Удовлетворительный (50-74 балла)	Хороший (75-89 баллов)	Отличный (90-94 балла)
13%	21%	45%	21%

Следует отметить, что между сроком с момента операции и значением по шкале AOFAS не обнаружено корреляционной связи. Помимо этого, не было обнаружено корреляционных связей между оценкой по шкале AOFAS и сроком от момента травмы до реконструктивной операции по поводу ее последствий. Это позволяет не учитывать эти сроки как фактор, повлиявший на результат оперативного лечения у данной группы исследования, также этот факт говорит об отсутствии изменений функциональных показателей у пациентов в указанные сроки.

Доля субъективных неудовлетворительных результатов лечения (личная оценка пациента) составила 24%. Доверительный интервал составил 16,18–32,82% (расчет проводился с использованием углового преобразования Фишера). Такая значительная доля неудовлетворительных результатов обусловлена комплексом факторов, основным из которых, несомненно, являлся болевой синдром. Интенсивность болевого синдрома оценивалась по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), среднее значение по которой составило $2,19 \pm 2,28$ балла (минимум – 0, максимум – 8 баллов). Распределение по причинам болевого синдрома представлено в таблице 10.

Распределение пациентов по причинам болевого синдрома

Причины болевого синдрома	Количество пациентов
Латеральный импинджмент-синдром	12 (12%)
Передний импинджмент-синдром	11 (11%)
Нестабильность сухожилий малоберцовых мышц	7 (7%)
Металлоконструкции	5 (5%)
Подошвенный остеофит	3 (3%)
Отсутствие сращения в области подтаранного сустава	3 (3%)
Перерастяжение латерального капсульно-связочного аппарата заднего отдела стопы	2(2%)
Артроз пяточно-кубовидного сустава	1 (1%)
Нейропатия большеберцового или икроножного нерва	1 (1%)

Полученные данные согласуются с данными литературы. Так, применяя схожую методику в различных исследованиях, были получены средние результаты по шкале AOFAS, варьирующиеся от 71 до 84,2 баллов. Чем же было обусловлено это варьирование? В своем исследовании U. Yavuz отмечает, что у всех пациентов, как до, так и после оперативного лечения, не было значительного снижения высоты заднего отдела стопы, что и привело к получению достаточно высокого среднего балла (84,2), он также подчеркивает, что при наличии грубых нарушений анатомических взаимоотношений необходимо прибегать к реконструктивным методикам оперативного лечения. Другие исследователи, придерживаясь мнения, что высота заднего отдела стопы не имеет значительного влияния на результат лечения, в ходе оперативного лечения восстановили среднее значение угла инклинации таранной кости лишь до 36% от здоровой стороны и получили более низкую среднюю оценку по шкале AOFAS (77,8 балла), все ближе подбираясь к границе между «хорошим» и «удовлетворительным» результатом

(Chandler J.T. et al., 1999; Flemister S. et al., 2000; Savva N., Saxby T.S., 2007; Yavuz U. et al., 2014).

Позднее, в 2015 году, Р.Н. Agren опубликовал ретроспективный анализ результатов применения этой методики на сроках от 7 до 28 лет с момента операции. В его группе наблюдения средний показатель по шкале AOFAS составил уже 56,9 баллов. Автор при этом делает вывод, что выполнение артрорезирования *in situ* без учета деформации неминуемо приведет к плохим долгосрочным результатам лечения у пациентов с данной патологией.

Что касается возможных источников болевого синдрома в послеоперационном периоде у данной категории пациентов, то по данным литературы ограничение объема подошвенного сгибания в голеностопном суставе до 10° и признаки переднего импинджмент-синдрома могут встречаться у 26% пациентов, что резко ограничивает возможность пациента приседать и бегать. Признаки латерального импинджмент-синдрома как после резекции латеральной стенки пяточной кости, так и без ее выполнения, могут встречаться у 25–42% пациентов. Боль в этой области следует дифференцировать с хроническим перерастяжением латерального капсульно-связочного аппарата, который может возникнуть при варусной установке заднего отдела стопы. Болевой синдром по подошвенной поверхности заднего отдела стопы может сохраняться у 32–35%. Он может быть вызван как подошвенным остеофитом пяточной кости, так и некрозом подкожно-жировой клетчатки в этой области. Неврологические нарушения, связанные с поражением икроножного нерва, могут встречаться у 23% пациентов, они могут проявляться снижением или отсутствием чувствительности по латеральной поверхности стопы, возникновением парестезий либо болей в указанной локализации. Частота возникновения симптомов, вызванных наличием металлоконструкций и потребовавших удаления имплантов, может достигать от 5 до 12%. По некоторым данным, признаки возникновения КРБС наблюдаются у 15% пациентов, это одно из наиболее грозных осложнений, которое требует своевременного выявления и комплексного, длительного лечения. Боль, связанная с артрозом пяточно-кубовидного сустава, может наблюдаться у 7–10% пациентов,

при этом из всех пациентов, имеющих рентгенологические признаки артроза этого сустава, лишь у 25% проявляется болевой синдром (Chandler J.T. et al., 1999; Huang P.J. et al., 1999; Flemister S. et al., 2000; Savva N., Saxby T.S., 2007; Yavuz U. et al., 2014).

Наличие настолько полярных мнений исследователей, существенной разницы в результатах лечения, а также достаточно высокой частоты возникновения осложнений приводит к необходимости более глубокого и расширенного анализа роли деформации заднего отдела стопы на результаты лечения данной группы пациентов. Результаты этого анализа лягут в основу создаваемого алгоритма лечения.

3.2. Выполнение операции артродезирования подтаранного сустава у пациентов ретроспективной группы

Из 100 пациентов ретроспективной группы у 89 было выполнено артродезирование подтаранного сустава без коррекции деформации или с минимальной коррекцией (артродезирование *in situ*) по принятому в ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» алгоритму, который не учитывает разные причины болевого синдрома у пациентов рассматриваемой патологии.

Хирургический доступ к подтаранному суставу осуществляли по латеральной поверхности стопы в проекции таранного синуса. Длина его составляла от 5 до 6 сантиметров, что вполне достаточно для хорошей визуализации задней суставной фасетки и выполнения резекции суставных поверхностей. Начинали разрез на уровне верхушки малоберцовой кости, заканчивали на уровне передне-латерального края пяточной кости. При наличии выраженного жирового тела в таранном синусе проводили его иссечение, а также рассекали находящиеся внутри синуса связки для мобилизации сустава.

С помощью остеотома или осциллирующей пилы удаляли остатки хряща задней фасетки до кровотокающей кости. Для коррекции умеренного варусного или вальгусного отклонения пяточной кости выполняли клиновидную резекцию суставных поверхностей, стараясь сохранить их конгруэнтность. При наличии

выраженного экзостоза латеральной стенки пяточной кости его выделяли костным распатором из этого же доступа и резецировали пилой, остеотомом или костными кусачками.

Далее устанавливали пяточную кость в необходимое положение и выполняли провизорную фиксацию двумя спицами Киршнера. После рентген-контроля выполняли внутреннюю фиксацию двумя винтами, соединяющими таранную кость с пяточной. Дефекты в зоне костного контакта заполняли утильной костью, искусственным костным заменителем или измельченной аллокостью. После контроля гемостаза выполняли послойное ушивание раны, ее туалет, накладывали асептическую повязку. Накладывали гипсовую лонгету до верхней трети голени и фиксировали стопу и голеностопный сустав в среднефизиологичном положении.

С первых суток после операции пациентам разрешали ходить без нагрузки на прооперированную стопу при помощи костылей, швы снимали на 14-е сутки после операции, иммобилизацию прекращали через 8 недель. После прекращения иммобилизации назначали восстановительное лечение, направленное на разработку движений в голеностопном суставе и среднем отделе стопы.

Применение артрорезирования подтаранного сустава *in situ* не подразумевает восстановления высоты заднего отдела и позволяет выполнить только ограниченную коррекцию вальгусного или варусного отклонения пяточной кости за счет клиновидной резекции суставных поверхностей.

3.3. Оценка факторов, повлиявших на результат оперативного лечения у пациентов ретроспективной группы

Положение таранной кости и объем движений в голеностопном суставе являлись значимыми факторами, влияющими на вероятность возникновения боли, связанной с передним импинджмент-синдромом. Это демонстрирует отрицательная корреляционная связь между объемом тыльного сгибания и интенсивностью болевого синдрома по ВАШ ($R = -0,65$; $p \leq 0,001$) (рис. 14).

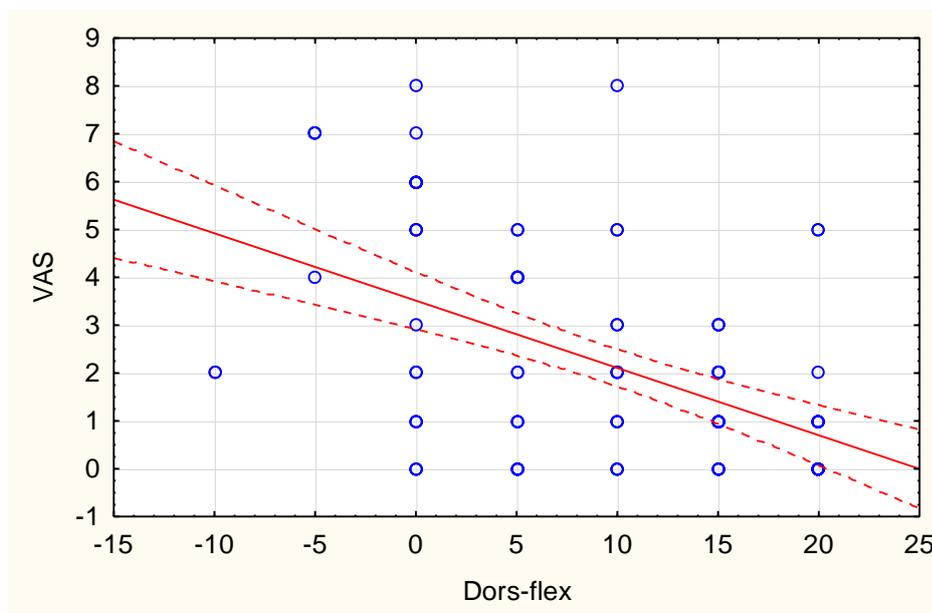


Рис. 14. Корреляционная связь между оценкой болевого синдрома по ВАШ и объемом тыльного сгибания в голеностопном суставе

Среднее значение амплитуды тыльного сгибания в голеностопном суставе составило $9,4 \pm 8,3^\circ$. У некоторых пациентов наблюдалась контрактура в положении 10° подошвенного сгибания, что было взято за минимальное значение (-10°), максимальное значение составило 20° . Среднее значение амплитуды подошвенного сгибания в голеностопном суставе составило $40,35 \pm 7^\circ$, при минимальном значении 15° , максимальном значении 50° . Уменьшение расстояния между передним краем большеберцовой кости и шейкой таранной кости может приводить к ущемлению мягких тканей в крайнем положении тыльного сгибания, а в некоторых случаях и к непосредственному костному конфликту, вызывая болевой синдром в проекции суставной щели (Carr J.B., Hansen S.T., Benirschke S.K., 1988; Romash M.M., 1993; Clare M.P., Lee W.E., Sanders R.W., 2005; Chiang C.-C. et al., 2013). Это также влияет на распределение нагрузки в суставе Шопара из-за формирования подвывиха в таранно-ладьевидном суставе, что может привести к развитию артроза (Atkins R.M., 2014).

Такое выраженное ограничение тыльного сгибания в ретроспективной группе исследования было связано с рядом факторов, таких как снижение высоты заднего отдела стопы, уменьшение угла инклинации таранной кости и

уменьшение угла между осями пяточной и таранной костей. Так, имелась положительная корреляционная связь между объемом тыльного сгибания и значением угла инклинации таранной кости ($R=0,63$; $p \leq 0,001$), а также между объемом тыльного сгибания и значением угла между осями пяточной и таранной костей ($R = 0,58$; $p \leq 0,001$). Эти и ряд других параметров были получены при анализе рентгенограмм стоп в боковой проекции (в положении пациентов стоя), результаты измерений представлены в таблице 11.

Таблица 11

Показатели, полученные при анализе рентгенограмм стоп в боковой проекции

Рентгенологический параметр	Среднее значение	Минимум	Максимум
Угол инклинации таранной кости, град.	10,9±5,2	-8	22
Угол наклона пяточной кости, град.	16,9±6,2	0	27
Угол между осью таранной и осью пяточной костей, град.	27,5±9,6	-8	42
Угол между осью таранной кости и осью 1-й плюсневой кости, град.	11,7±6,7	2	31
Высота заднего отдела стопы, см	7,4±0,6	5,8	8,8
Длина пяточной кости, см	8,1±0,6	6	9,1

Также была выявлена корреляционная связь между значением объема тыльного сгибания в голеностопном суставе и оценкой по шкале AOFAS ($R=0,53$;

$p \leq 0,001$), а также оценкой по данной шкале и углом инклинации таранной кости ($R=0,52$; $p \leq 0,001$), что закономерно, так как данная шкала учитывает как функциональные ограничения, так и интенсивность болевого синдрома (рис. 15).

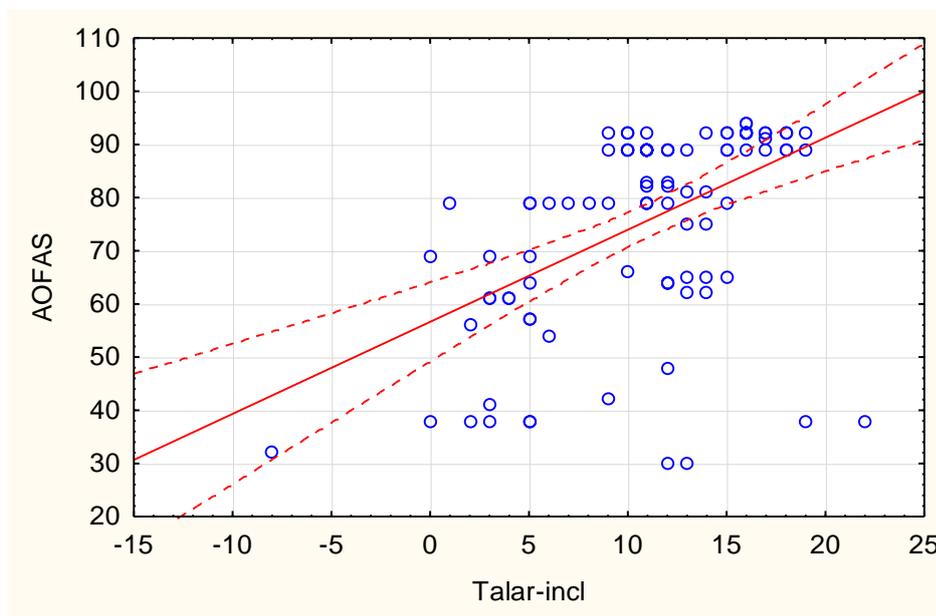


Рис. 15. Корреляционная связь между углом инклинации таранной кости и функциональной оценкой по шкале AOFAS

При оценке величины отклонения положения бугра пяточной кости в сагиттальной плоскости с применением РЛУ для заднего отдела стопы было получено среднее значение $2,12 \pm 0,44$ см (минимальное – 1 см, максимальное – 3,6 см) (рис. 16) (Соломин Л.Н. с соавт., 2017).

Для определения величины отклонения на рентгенограмме стопы в боковой проекции через точки a и b (края блока таранной кости) проводили *линию 1* и измеряли расстояние от a до b (например, 35 мм). После этого продлевали *линию 1* кпереди и определяли на ней положение точки c , при этом длина отрезка $bc = ab \times 2,56 = 35 \times 2,56 = 89,6$ мм. Из точки c проводили *линию 2* под углом $15,2^\circ$ к *линии 1*. Далее рассчитывали длину отрезка $cd = ab \times 4,59 = 160,7$ мм. Точка d и являлась расчетным положением задней границы пяточной кости. В норме отрезок cd должен пересекать отрезок ef (соединяющий самую верхнюю и самую нижнюю точки бугра пяточной кости) под углом 90° и разделять его на две

равные части. Величина отклонения у пациентов ретроспективной группы определялась путем измерения расстояния между точкой d и точкой $d1$, где $d1$ – реальное положение задней границы бугра пяточной кости, а d – расчетное.

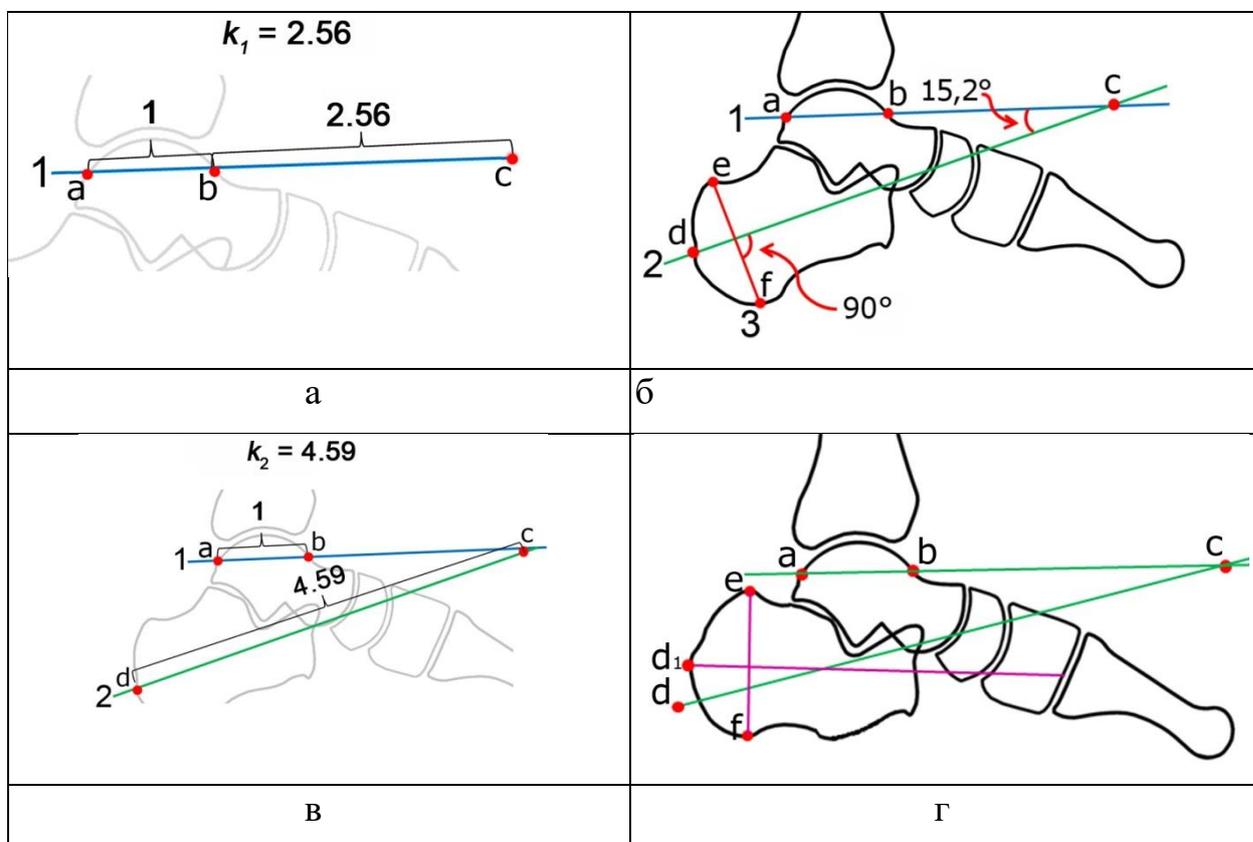


Рис. 16. РЛУ для анализа заднего отдела стопы: а – определение положения точки c (формула представлена в тексте); б – линия 2 расположена под углом $15,2^\circ$ к линии 1 и под углом 90° к отрезку ef , разделяя его на две равные части; в – определение положения точки d (формула представлена в тексте); г – величина отклонения положения бугра пяточной кости в сагиттальной плоскости равна расстоянию между точкой d (расчетное положение) и точкой $d1$ (реальное положение).

Также была выявлена отрицательная корреляционная связь между этим показателем и следующими показателями:

- угол инклинации таранной кости ($R = -0,9$; $p \leq 0,001$);
- угол между осью таранной и осью пяточной костей ($R = -0,8$; $p \leq 0,001$);

- высота заднего отдела стопы ($R = -0,5$; $p \leq 0,0001$);
- объем тыльного сгибания в голеностопном суставе ($R = -0,6$; $p \leq 0,0001$);
- оценка по шкале AOFAS ($R = -0,5$; $p \leq 0,0001$).

Для оценки оси заднего отдела стопы по аксиальным рентгенограммам измерялся угол между осью большеберцовой кости и осью пяточной кости. Эта методика широко освещена в литературе и имеет небольшой разброс в результатах, связанный с человеческим фактором. В ретроспективной группе варусная установка заднего отдела наблюдалась в 5% случаев со средним значением $6,2 \pm 1,8^\circ$ (минимум – 5° , максимум – 9°). Вальгусная установка наблюдалась в 95% случаев со средним значением $7,4 \pm 3^\circ$ (минимум – 3° , максимум – 17°). Выраженная вальгусная установка заднего отдела значительно увеличивала вероятность возникновения костного соударения между латеральной стенкой пяточной кости и верхушкой наружной лодыжки. При этом у каждого из пациентов с варусной установкой заднего отдела наблюдалось ощущение «заваливания стопы», перегрузка латеральной поверхности стопы, а в некоторых случаях и признаки перерастяжения латерального связочного аппарата. Пограничным значением угла вальгусного отклонения оси пяточной кости стало $13,5^\circ$, при превышении этого значения наблюдалось резкое ухудшение результатов лечения (рис. 17).

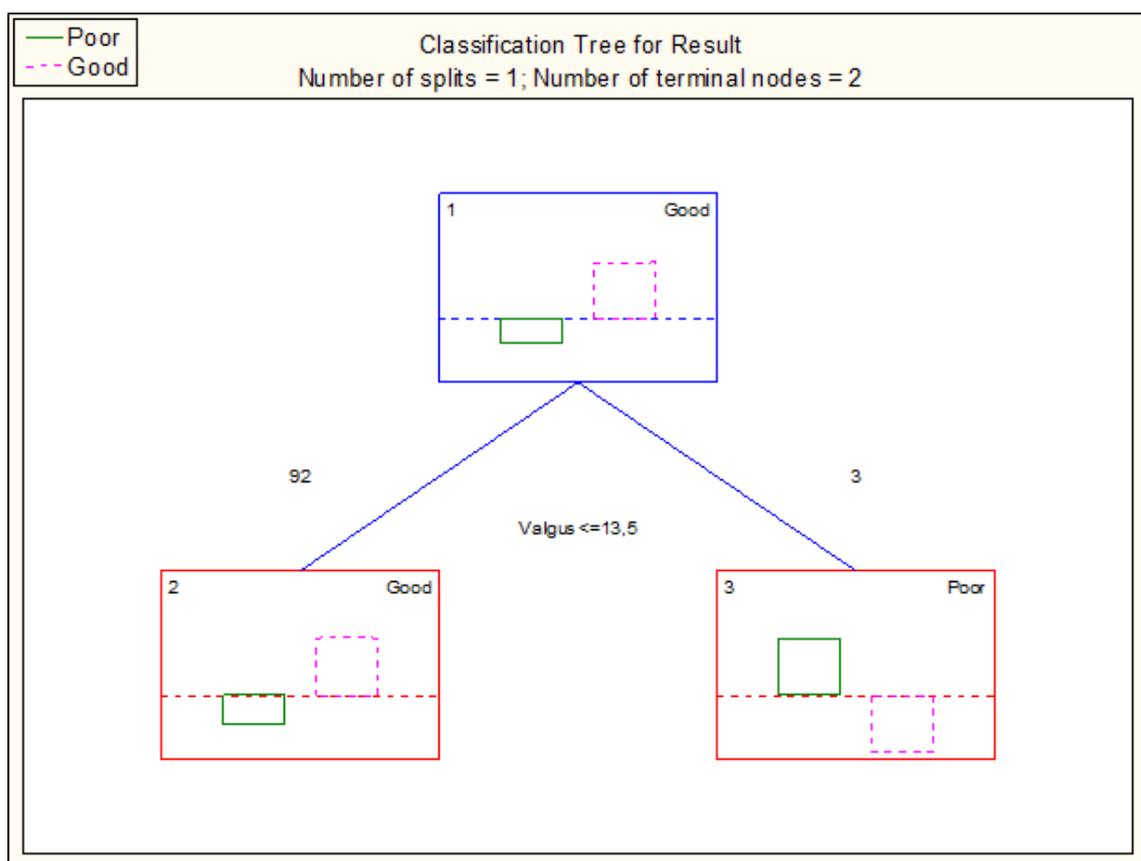


Рис. 17. Распределение по результату лечения в зависимости от значения угла вальгусного отклонения оси пяточной кости

Дальнейший статистический анализ показал, что пограничным значением угла инклинации таранной кости, то есть значением, которое разделит пациентов на группу с прогнозируемо плохим и пациентов с прогнозируемо хорошим результатами лечения, является значение в $6,5^\circ$. Результаты анализа также показали, что наилучший прогнозируемый результат достигается при значении этого угла более $20,5^\circ$ (рис. 18).

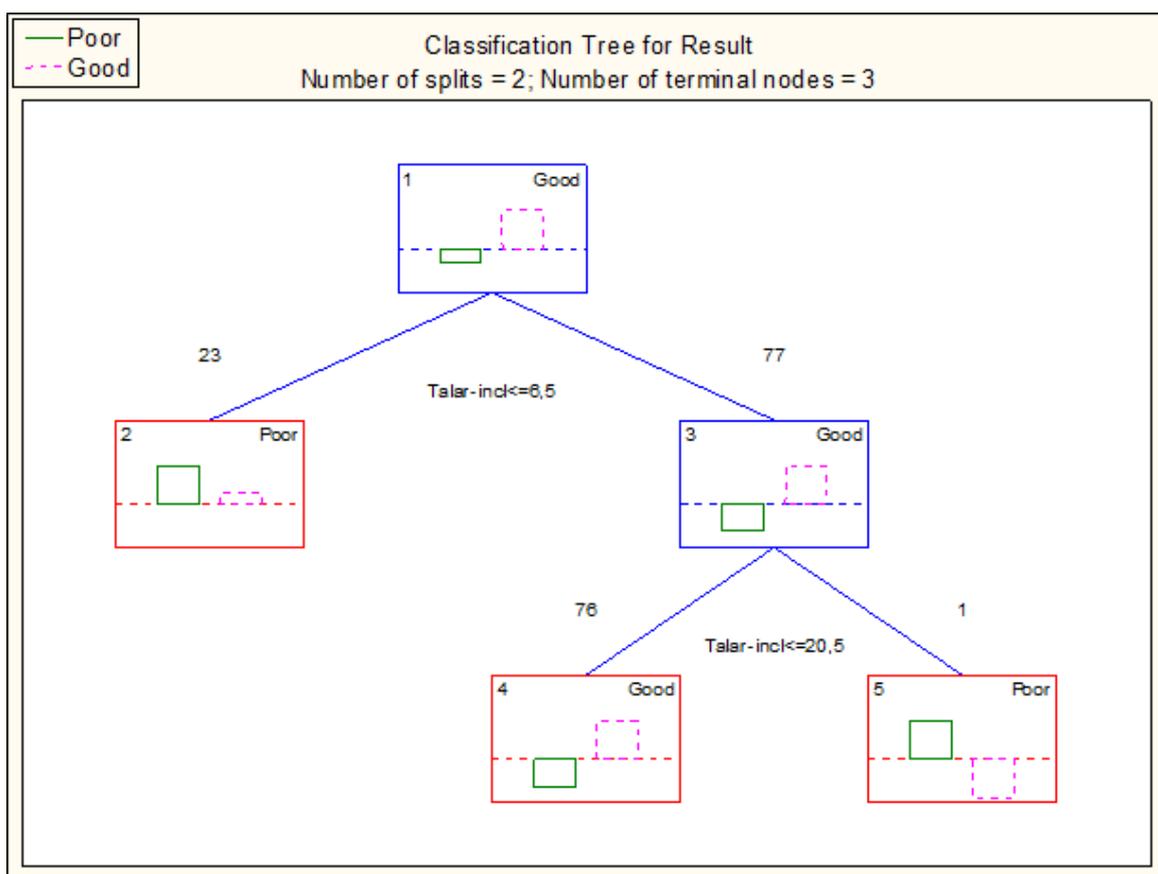


Рис. 18. Распределение по результату лечения в зависимости от значения угла инклинации таранной кости

Пограничное значение угла инклинации таранной кости в $6,5^\circ$ позволило разделить всех пациентов ретроспективной группы на две подгруппы: основную (23 пациента), в которой значение исследуемого показателя было ниже пограничного, и контрольную (77 пациентов), в которой значение было больше пограничного. Эти подгруппы были сопоставимы по полу, возрасту, типу травмы и методу первичного лечения, а также по сроку до реконструктивной операции. Подтверждая гипотезу о наличии критического значения угла инклинации таранной кости, данные подгруппы имели статистически значимую разницу результатов лечения (табл. 12).

Сравнительная оценка основной и контрольной подгрупп ретроспективной части исследования

Показатель	Основная ретроспективная	Контрольная ретроспективная
Значение угла инклинации таранной кости, град.	3,1±3	13,2±3
Интенсивность болевого синдрома по ВАШ, баллы	4,3±1,8	1,6±2
Оценка по шкале AOFAS, баллы	57,3±15,3	81±15,6

Примечание: $p < 0,01$.

При анализе влияния количества негативных факторов (как критических значений деформации заднего отдела, так и осложнений) на оценку по шкале AOFAS было выявлено, что у пациентов ретроспективной группы исследования, имеющих только один негативный фактор, среднее значение по шкале составило $65,8 \pm 12$ балла, у пациентов с двумя негативными факторами – $51,9 \pm 13,5$ балла, у пациентов с тремя факторами – 36 ± 4 балла. Это различие было статистически значимым при $p = 0,0092$ (рис. 19).

При рассмотрении влияния различных осложнений на функциональный результат по шкале AOFAS в отдельности было выявлено, что наличие переднего импинджмент-синдрома в среднем снижало результат на $27,2 \pm 8,8$ балла, перерастяжения связочного комплекса заднего отдела стопы – на $28,6 \pm 8,9$ балла, латерального импинджмент-синдрома – на $24,1 \pm 9,5$ балла.

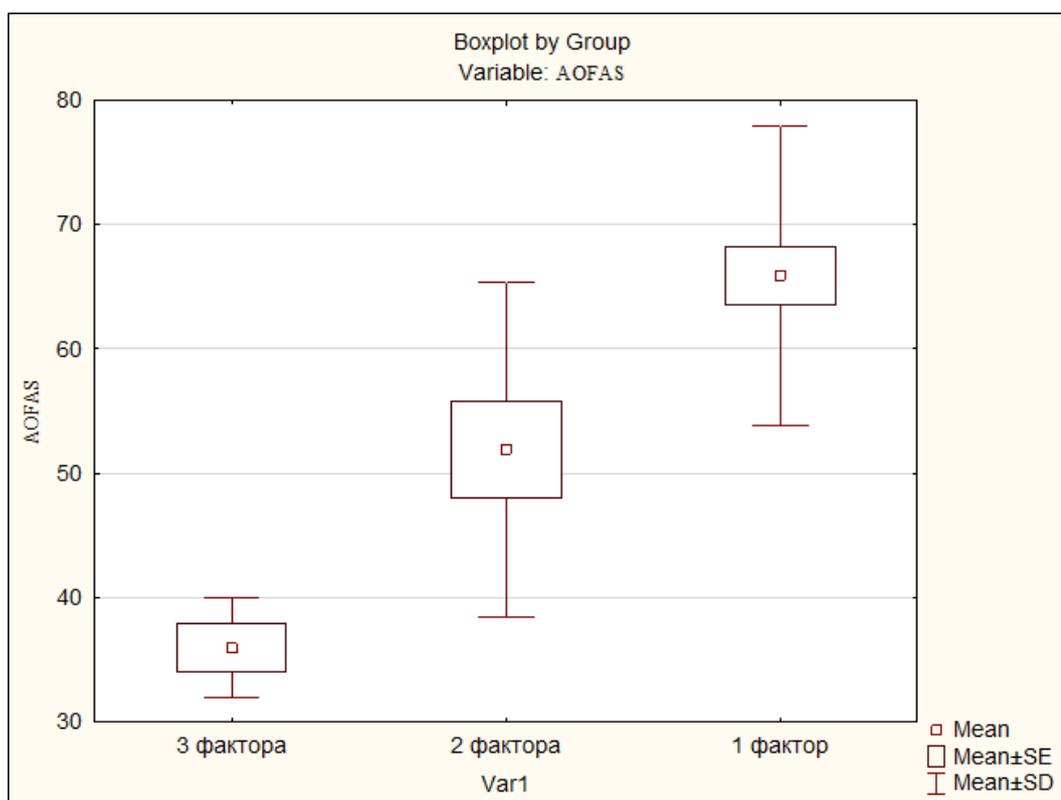


Рис. 19. Влияние количества негативных факторов на оценку по шкале AOFAS у пациентов ретроспективной группы исследования

Обобщая данные о клинических и рентгенологических показателях у пациентов ретроспективной группы, следует указать, что на результат лечения влияет целый ряд факторов, многие из которых связаны между собой. Поэтому важной задачей оперативного лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости должно быть комплексное устранение всех источников болевого синдрома, а также устранение деформации заднего отдела с целью создания оптимальных условий для функционирования стопы в целом.

3.4. Формирование алгоритма лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости

На основании анализа литературы, а также статистической обработки данных, полученных при анализе клинических и рентгенологических показателей пациентов ретроспективной группы, нами был сформирован алгоритм выбора

вариантов изолированного или сочетанного использования операций артродезирования подтаранного сустава и корригирующих остеотомий пяточной кости, позволяющий устранить во время оперативного лечения основные факторы, влияющие на болевой синдром и функциональные ограничения у пациентов рассматриваемого профиля (рис. 20).

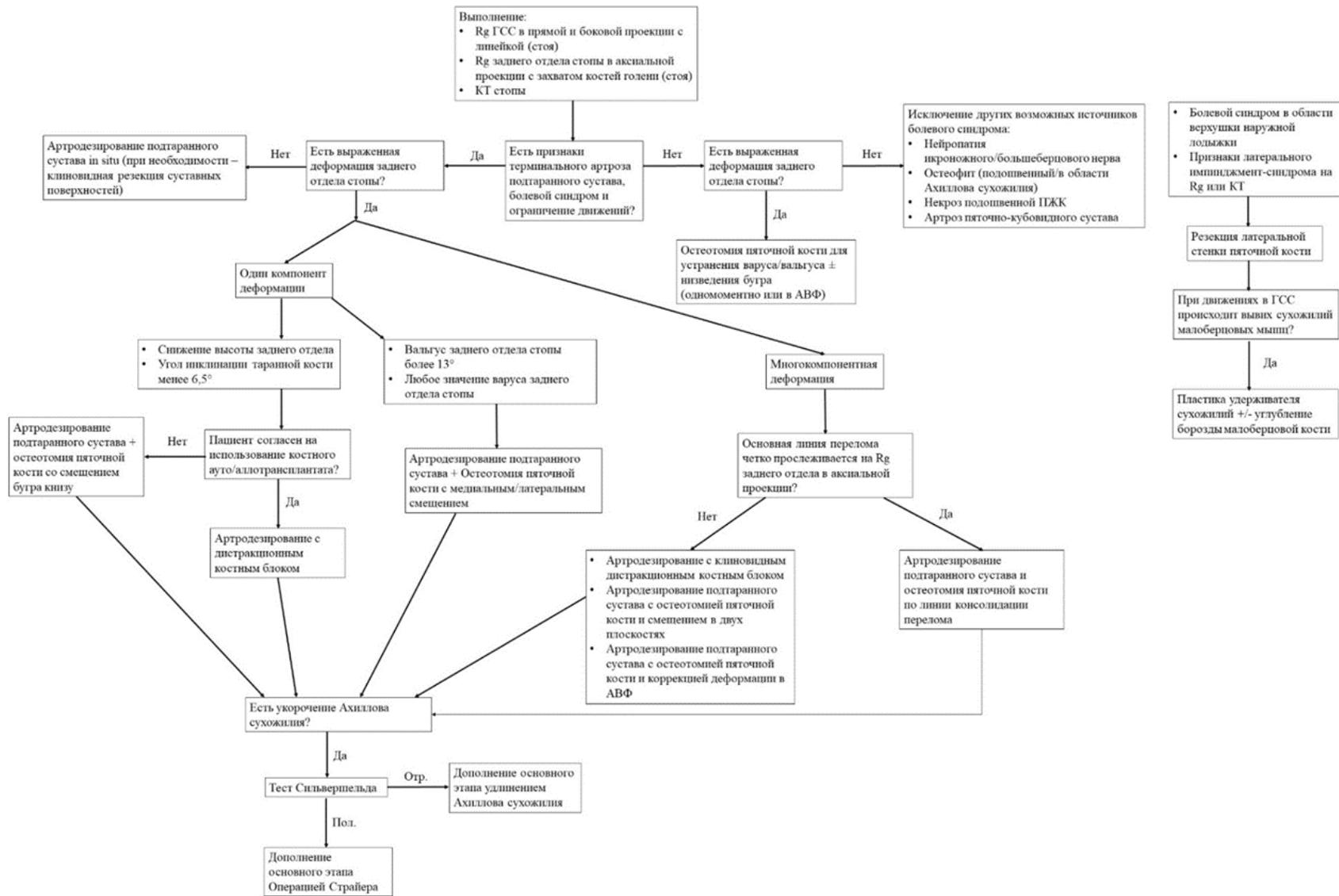


Рис. 20. Алгоритм выбора вариантов изолированного или сочетанного использования операций артродезирования подтаранного сустава и корригирующих остеотомий пяточной кости

Первый вопрос, на который нужно ответить при работе с предложенным алгоритмом – имеются ли клинические и рентгенологические признаки артроза подтаранного сустава. К клиническим проявлениям можно отнести необходимость «расходиться» с утра, невозможность ходить босиком по неровным поверхностям, нарастание болей и отека к концу дня, а также ночные боли в проекции сустава (Тихилов Р.М. с соавт., 2009). При пальпации можно выявить локальную болезненность в области таранного синуса. Пассивная и активная амплитуда движений в подтаранном суставе снижается и сопровождается усилением болевого синдрома (Huang P.J. et al., 1999). К рентгенологическим признакам можно отнести: сужение суставной щели, нарушение конгруэнтности суставных поверхностей, формирование остеофитов, склероза субхондральной кости и появлении кист.

Если у пациента есть признаки артроза подтаранного сустава без значительной деформации заднего отдела, следует выполнять артродезирование подтаранного сустава *in situ*, при необходимости можно выполнять клиновидную резекцию суставных поверхностей, что позволит скорректировать умеренное отклонение оси пяточной кости в аксиальной проекции. Основным хирургическим доступом к этому суставу является латеральный (через таранный синус) с применением различных вариантов кожного разреза (Davies M.V. et al., 2007). В настоящее время наиболее широко распространена внутренняя фиксация одним или двумя канюлированными винтами с неполной резьбой, что обеспечивает дополнительную компрессию в зоне костного контакта. Для минимизации травмы мягких тканей это вмешательство можно выполнять с применением артроскопической техники (Dijk C.N. van, Scholten P.E., Krips R., 2000).

При отсутствии поражения подтаранного сустава, но наличии значительной вальгусной или варусной деформации заднего отдела стопы, следует прибегать к выполнению корригирующих остеотомий пяточной кости, что позволит восстановить правильные анатомические взаимоотношения и обеспечить оптимальное функционирование смежных суставов. Одной из наиболее

распространенных методик, позволяющих это сделать, является поперечная остеотомия пяточной кости (Gleich A., 1893; Lord J.P., 1923; Dwyer F., 1961). Эта остеотомия позволяет смещать бугристость в двух плоскостях – латерально либо медиально (для устранения варусной или вальгусной установки заднего отдела), а также низводить ее для восстановления высоты заднего отдела. Необходимо помнить, что при ее выполнении следует быть предельно осторожным, чтобы не повредить структуры, проходящие по медиальной поверхности пяточной кости (ветви большеберцовой артерии и большеберцового нерва) (Greene D.L. et al., 2001). Смещение бугра пяточной кости может выполняться одномоментно с применением внутренней фиксации (чаще канюлированными винтами), а также во времени с применением аппарата внешней фиксации (в этом случае остеотомия выполняется закрыто и деформацию можно устранять одновременно в трех плоскостях).

Критериями значительной деформацией заднего отдела стопы в данном алгоритме являются:

- любое значение угла варусного отклонения оси пяточной кости на рентгенограммах в аксиальной проекции;
- угол вальгусного отклонения оси пяточной кости более $13,5^\circ$ на рентгенограммах в аксиальной проекции;
- значение угла инклинации таранной кости менее $6,5^\circ$ на рентгенограммах в боковой проекции с нагрузкой;
- выраженное уменьшение длины пяточной кости, которое можно высчитать, используя предложенный в РНИИТО способ.

Если артроз подтаранного сустава сопровождается выраженной деформацией, в ходе клинического и рентгенологического обследования больного следует определить, является ли деформация однокомпонентной (один из вышеперечисленных пунктов) или многокомпонентной (два и более пунктов).

При изолированном отклонении оси пяточной кости в аксиальной проекции следует комбинировать артродезирование подтаранного сустава с поперечной остеотомией пяточной кости, смещая бугор пяточной кости латерально или

медиально для достижения нейтрального положения заднего отдела стопы. Некоторые авторы выполняют данное вмешательство из двух отдельных латеральных доступов, некоторые – из одного расширенного латерального доступа (Huang P.J. et al., 1999). Также возможно совместное применение артроскопической и открытой техник.

При изолированном снижении высоты заднего отдела и уменьшении угла инклинации таранной кости следует выполнять артродезирование подтаранного сустава с дистракционным костным блоком, что позволяет за счет разных форм блока скорректировать и высоту пяточной кости, и ее возможное аксиальное отклонение (рис. 21).

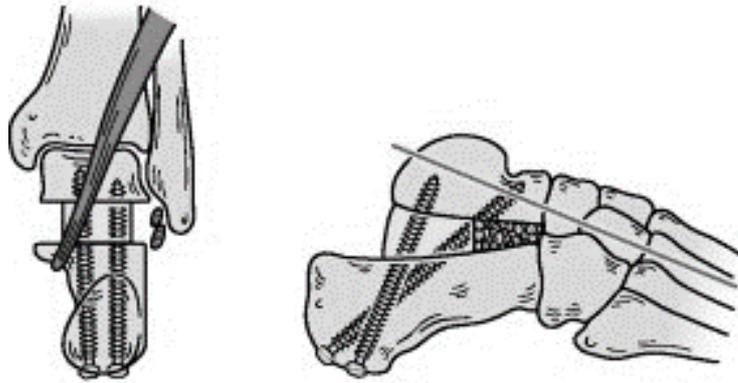


Рис. 21. Артродезирование подтаранного сустава с применением дистракционного костного блока (Jackson J.V. et al., 2015)

Степень дистракции и размер костного блока необходимо определять по рентгенограммам стопы в боковой проекции для максимально возможного восстановления высоты заднего отдела и увеличения угла инклинации таранной кости (целевые значения $6,5-21^\circ$) (Carr J.V., Hansen S.T., Benirschke S.K., 1988). Для формирования костного блока возможно применение как аутотрансплантата (гребень подвздошной кости) (Jackson J.V. et al., 2015), так и структурного аллотрансплантата (замороженная головка бедренной кости) (Chiang C.-C. et al., 2013; Monaco S.J. et al., 2016). Наиболее распространенный доступ – задний срединный трансахиллярный. Из-за снижения высоты заднего отдела в

подавляющем большинстве случаев необходимо выполнять Z-образное удлинение ахиллова сухожилия. Если пациент отказывается от применения как ауто-, так и аллотрансплантата, то возможно применение комбинации артродезирования подтаранного сустава *in situ* с поперечной остеотомией пяточной кости и смещением фрагмента книзу (рис. 22).

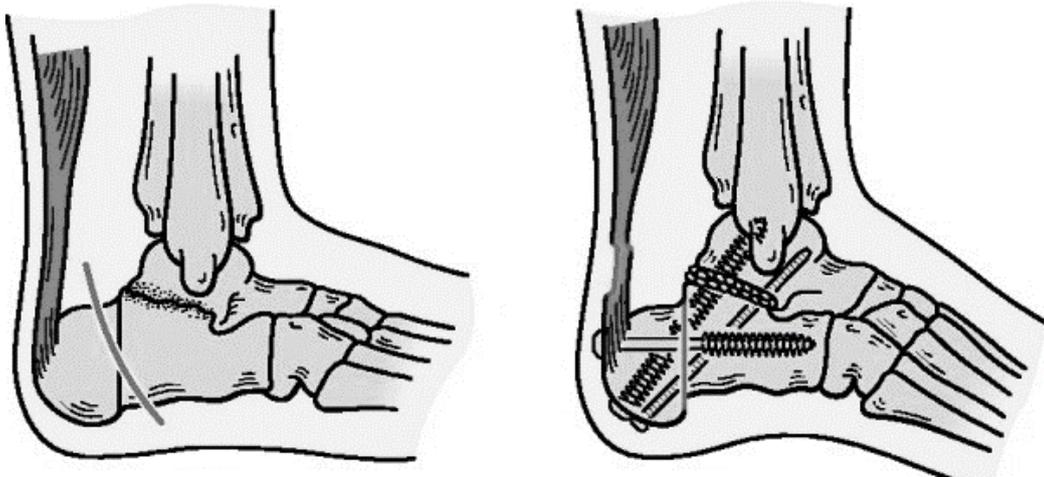


Рис. 22. Комбинирование артродезирования подтаранного сустава с поперечной остеотомией пяточной кости для восстановления высоты заднего отдела стопы (Huang P.J. et al., 1999).

При наличии артроза подтаранного сустава и многокомпонентной деформации необходимо оценить рентгенограммы пяточной кости в аксиальной проекции. Если определяется основная линия перелома, проходящая с верхне-латерального края пяточной кости к нижне-медиальному, то возможно выполнить комбинацию артродезирования подтаранного сустава с остеотомией через линию консолидации перелома, которую предложил М.М. Ромаш (рис. 23). Эта остеотомия позволяет очень точно восстанавливать высоту и длину пяточной кости, а также положение бугра пяточной кости в аксиальной проекции, но ее невозможно применять, если при переломе имеется несколько вторичных линий перелома со значительным смещением отломков (Romash M.M., 1993).

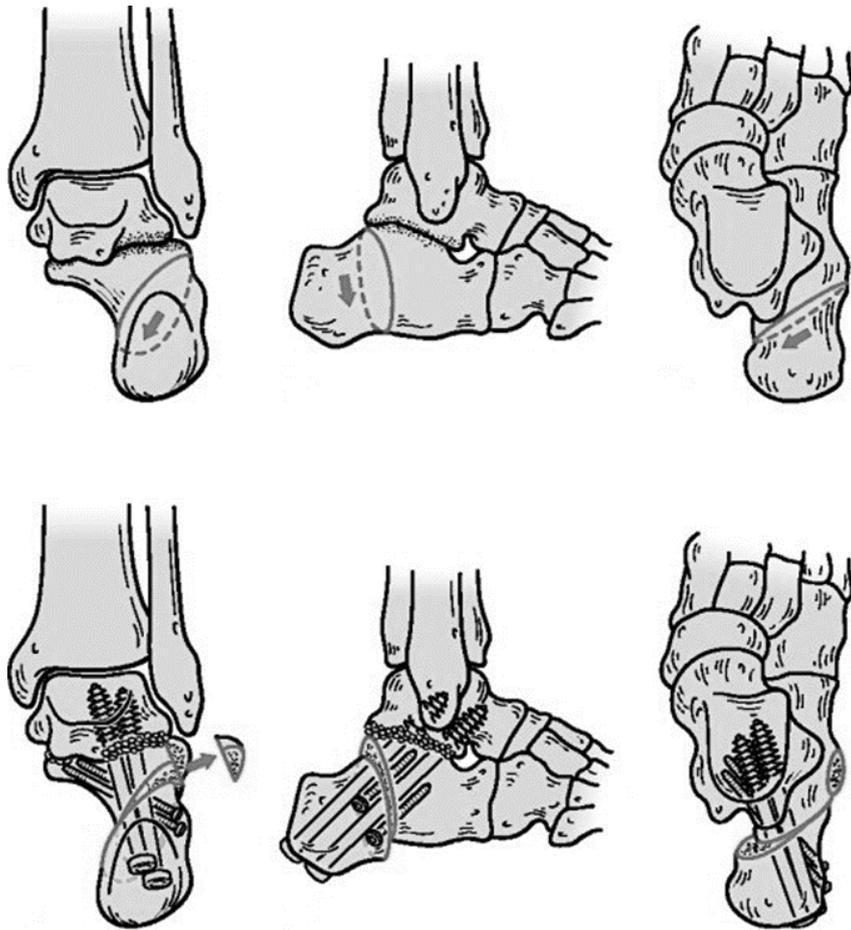


Рис. 23. Комбинирование артродезирования подтаранного сустава с остеотомией пяточной кости через линию консолидации перелома для коррекции многокомпонентной деформации заднего отдела стопы (Romash M.M., 1993)

При отсутствии основной линии перелома для коррекции многокомпонентной деформации рекомендуется применять одну из следующих опций:

1. Артродезирование с дистракционным костным блоком клиновидной формы.
2. Комбинация артродезирования *in situ* с поперечной остеотомией пяточной кости и смещением бугра в двух плоскостях.
3. Закрытая остеотомия пяточной кости, наложение АВФ и коррекция деформации во времени.

В любом случае при наличии выраженной деформации заднего отдела стопы в ходе предоперационного обследования пациента следует проверить

амплитуду движений в голеностопном суставе. Если ограничение тыльного сгибания вызвано укорочением ахиллова сухожилия – необходимо выполнить тест Сильвершелда. Тест основан на том, что икроножная мышца пересекает два сустава (коленный и голеностопный), и если при пассивном сгибании коленного сустава увеличивается амплитуда тыльного сгибания в голеностопном – контрактура обусловлена только икроножной мышцей и результат теста положительный. Если увеличения тыльного сгибания не происходит, то контрактура обусловлена икроножной и камбаловидной мышцей – тест отрицательный. При положительном тесте Сильвершелда следует дополнять основной этап оперативного вмешательства мобилизацией икроножной мышцы (операция Страйера), при отрицательном результате теста следует выполнять удлинение всего ахиллова сухожилия (Z-образное удлинение, парциальное удлинение).

При наличии у пациента клинических и рентгенологических признаков латерального импинджмент-синдрома (сдавления мягких тканей и сухожилий малоберцовых мышц между верхушкой наружной лодыжки и латеральной стенкой пяточной кости), следует выполнять латеральную декомпрессию (моделирующая резекция латеральной стенки пяточной кости, а в некоторых случаях и латеральной части задней фасетки подтаранного сустава) (Isbister J.F., 1974; Braly W.G., Bishop J.O., Tullos H.S., 1985; Savva N., Saxby T.S., 2007). После выполнения декомпрессии следует проверить стабильность сухожилий короткой и длинной малоберцовых мышц, выполняя пассивные движения в стопе и голеностопном суставе. Наличие вывиха сухожилий при этих движениях требует выполнения вмешательств по их стабилизации (пластика удерживателя сухожилий, углубления борозды малоберцовой кости) (Dijk P.A.D. van et al., 2016).

Нельзя забывать, что у каждого пациента может быть различная комбинация источников болевого синдрома. Помимо вышеперечисленных аспектов оперативного лечения, следует обращать внимание на состояние голеностопного и пяточно-кубовидного суставов, неврологические нарушения в

стопе, наличие болевого синдрома по подошвенной поверхности заднего отдела, а также патологию других отделов стопы и нижней конечности в целом, что требует тщательного предоперационного обследования и планирования.

Далее предложенный алгоритм применялся в ходе лечения пациентов проспективной группы исследования с целью подтверждения его эффективности.

3.5. Резюме

На основании анализа литературы, а также статистической обработки данных, полученных в результате обследования пациентов ретроспективной группы, было выявлено, что среднее значение функционального результата по шкале AOFAS в ретроспективной группе исследования составило $75,5 \pm 18,4$ баллов, при этом доля неудовлетворительных результатов составила 13%. Доля субъективных неудовлетворительных результатов лечения по личной оценке пациентов составила 24%.

Дальнейший статистический анализ показал, что пограничным значением угла инклинации таранной кости, разделившим пациентов на группу с прогнозируемо плохим и пациентов с прогнозируемо хорошим результатами лечения, является значение $6,5^\circ$, а наилучший прогнозируемый результат достигается при значении этого угла более $20,5^\circ$.

На основании полученных данных и неудовлетворительных результатов лечения пациентов ретроспективной группы нами был сформирован алгоритм лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости, позволяющий устранить во время оперативного лечения основные факторы, влияющие на болевой синдром и функциональные ограничения у пациентов рассматриваемого профиля.

ГЛАВА 4

КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПРОСПЕКТИВНОЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ГРУППЫ

4.1. Общая характеристика клинико-функциональных показателей пациентов основной группы до операции

В проспективную группу были включены 27 пациентов (27 прооперированных стоп). Распределение пациентов по полу, возрасту и условиям труда представлено в таблице 13. Средний возраст пациентов составил 47,3 года. Работающих было 25 (92,6%), неработающих – 2 (7,4%).

Таблица 13

Половозрастная характеристика и распределение по условиям труда пациентов
ретроспективной группы

Общее количество пациентов	Возраст, лет	Пол		Условия труда		
		М	Ж	Больше стоя	Больше сидя	Смешанные
27	47,3±14,3	55,6%	44,4%	48,1%	11,1%	33,4%

Распределение по типу травмы и предшествующему лечению представлено в таблице 14. Как и в ретроспективной группе исследования, в подавляющем большинстве случаев механизмом травмы было падение с высоты более 2 метров. Основным методом лечения была гипсовая иммобилизация.

Характеристика пациентов по характеру травмы и первичному лечению

Причина травмы		Первичное лечение	
Падение с высоты	ДТП	Гипсовая иммобилизация	Открытая репозиция, внутренняя фиксация
26 (96,3%)	1 (3,7%)	88,9%	11,1%

Согласно дизайну исследования, у пациентов проспективной группы до оперативного лечения были получены данные рентгенограмм, проведен осмотр, опрос по шкале AOFAS, определена амплитуда движений в голеностопном суставе. Данные обследования пациентов представлены в таблице 15.

При проверке на нормальность распределения количественных показателей, полученных при обследовании проспективной группы исследования, с применением тестов Колмогорова – Смирнова, Лилиефорса, Шапиро – Уилка было выявлено, что все показатели имеют ненормальное распределение.

Средний срок с момента травмы до оперативного вмешательства составил $36,6 \pm 40,4$ месяца (минимальный срок – 6,1 месяца, максимальный – 175,1 месяца). Выявлена отрицательная корреляционная связь между этим сроком и объемом тыльного сгибания в голеностопном суставе (при $R = -0,5$; $p \leq 0,007$), что может быть объяснено формированием мягкотканых контрактур и прогрессирующим рубцовым процессом.

Клинико-рентгенологические показатели пациентов проспективной группы
исследования до оперативного лечения

Показатель	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
Объем тыльного сгибания в ГСС	$6,1 \pm 5,3^\circ$	0°	20°
Объем подошвенного сгибания в ГСС	$43,1 \pm 7,1^\circ$	20°	50°
Угол инклинации таранной кости	$8,7 \pm 5,8^\circ$	-4°	20°
Угол наклона пяточной кости	$17,3 \pm 5,6^\circ$	7°	31°
Угол между осью таранной и осью пяточной костей	$25,4 \pm 8,2^\circ$	8°	40°
Угол между осью таранной кости и осью 1 плюсневой кости	$12,4 \pm 6,8^\circ$	2°	26°
Высота заднего отдела стопы	$7,3 \pm 0,7$ см	6 см	8,7 см
Длина пяточной кости	$8 \pm 0,6$ см	6,8 см	9,3 см
Угол между осью пяточной кости и осью большеберцовой кости	Вальгус (23 пациента) $10,6 \pm 5,4^\circ$	3°	18°
	Варус (4 пациента) $8 \pm 4,7^\circ$	3°	12°

Для клинической оценки была использована шкала Американской ассоциации хирургов стопы и голеностопного сустава (AOFAS) для заднего отдела стопы. Среднее значение по этой шкале составило $45 \pm 10,6$ баллов, при минимальном значении – 30 баллов, а максимальном – 66 баллов. Интенсивность болевого синдрома оценивалась по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), среднее значение по которой составило $6,5 \pm 1,3$ балла (минимум – 4, максимум – 9 баллов).

4.2. Особенности операций у пациентов проспективной клинической группы и алгоритм их выбора

Оперативное лечение пациентов с последствиями переломов пяточной кости может включать целый ряд компонентов (Rammelt S., Zwipp H., 2013; Jackson J.V. et al., 2015), направленных на:

- устранение болевого синдрома, исходящего из подтаранного сустава;
- восстановление оси заднего отдела стопы и формы стопы в целом для обеспечения оптимального функционирования смежных суставов;
- удаление остеофитов, вызывающих сдавление мягких тканей в области пяточной кости;
- обеспечения стабильности и нормального скольжения сухожилий малоберцовых мышц.

Выбор оптимального метода оперативного лечения в таких случаях является достаточно сложной задачей и требует тщательного предоперационного обследования и планирования.

Нередко хирурги сводят лечение таких пациентов к артродезированию подтаранного сустава, что, с одной стороны, может показаться простым и эффективным решением, но, с другой стороны, не полностью избавит пациента от болевого синдрома, а при сохранении грубой деформации, может привести к формированию артроза смежных суставов и прогрессированию деформации (Зейналов В.Т. с соавт., 2017).

В ходе создания алгоритма нами был учтен опыт как зарубежных, так и отечественных исследователей, а также использованы результаты статистического анализа рентгенологических и клинических результатов лечения 100 пациентов ретроспективной группы исследования. Оперативное лечение всех пациентов проспективной группы выполнялось в соответствии с данным алгоритмом (подробное описание представлено в третьей главе настоящего исследования).

До операции у 13 пациентов (48%) проспективной группы значение угла инклинации таранной кости было ниже $6,5^\circ$. Для восстановления этого показателя у 11 из этих пациентов было выполнено артродезирование подтаранного сустава с применением дистракционного костного блока из аллокости, и у двух применена комбинация артродезирования подтаранного сустава *in situ* и остеотомии пяточной кости. У 15 пациентов (55,5%) выполнялась латеральная декомпрессия для устранения латерального импинджмент-синдрома.

У 12 пациентов (44,4%) выполнено Z-образное удлинение ахиллова сухожилия, у 1 (3,7%) – операция Страйера. Одному пациенту выполнено артродезирование подтаранного сустава *in situ* в комбинации с закрытой остеотомией пяточной кости, наложением АВФ и коррекцией деформации во времени.

Клинико-рентгенологические показатели пациентов проспективной группы после оперативного лечения представлены в таблице 16.

Клинико-рентгенологические показатели пациентов проспективной группы
исследования после оперативного лечения

Показатель	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
Объем тыльного сгибания в ГСС	10,4±4,4°	0°	20°
Объем подошвенного сгибания в ГСС	43,7±4,3°	30°	50°
Угол инклинации таранной кости	12,4±3,4°	8°	20°
Угол наклона пяточной кости	17,9±4,9°	9°	28°
Угол между осью таранной и осью пяточной костей	30,2±5,8°	19°	42°
Угол между осью таранной кости и осью 1 плюсневой кости	10±5,3°	1°	24°
Высота заднего отдела стопы	7,6±0,5 см	6,6 см	8,5 см
Длина пяточной кости	8,1±0,7 см	6,8 см	9,6 см
Угол между осью пяточной кости и осью большеберцовой кости	Вальгус (27 пациентов) 7±2,7°	3°	11°

Для смещения фрагментов пяточной кости после выполнения остеотомии использовался предложенный нами способ, на который был получен патент РФ на изобретение №2661705 от 19.07.2018. В полученный в результате остеотомии передний фрагмент пяточной кости параллельно плоскости остеотомии вводили стержень-шуруп в направлении, определенном при предоперационном планировании, на который навинчивали гайку и крайним отверстием насаживали кубический фиксатор, свободный край которого ориентировали на бугристость пяточной кости. Затем навинчивали и затягивали вторую гайку, добиваясь его неподвижности. Через выбранное направляющее отверстие фиксатора вводили стержень-шуруп в задний фрагмент пяточной кости, снимали фиксатор и навинчивали гайку на второй стержень-шуруп на уровень гайки первого стержня-шурупа, после чего окончательно устанавливали кубический фиксатор с установкой гайки на первом стержне, а затем, вращая гайку на стержне-шурупе, введенном в задний фрагмент пяточной кости, смещали его на запланированное расстояние. После ЭОП-контроля выполняли металлоостеосинтез (рис. 24).

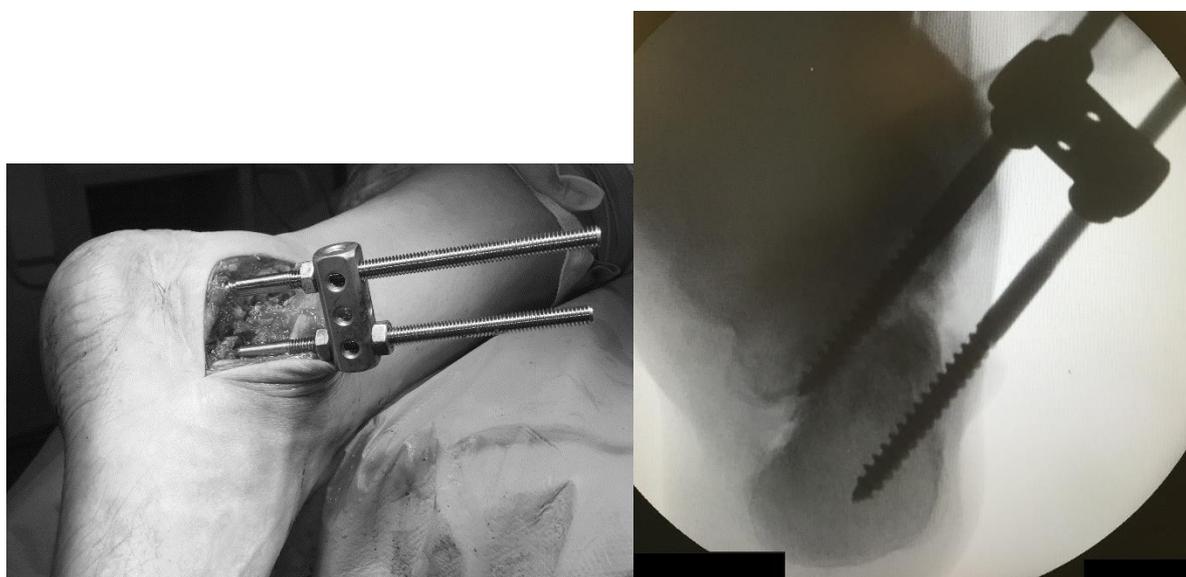


Рис. 24. Интраоперационная фотография и рентгенограмма, выполненные после выполнения остеотомии пяточной кости и полного монтажа устройства для репозиции фрагментов

Предложенный метод позволял смещать остеотомированный фрагмент пяточной кости в строго заданном направлении и на необходимое расстояние. Помимо этого, устройство выполняло функцию профиксации, что исключало возможность смещения фрагментов во время ЭОП-контроля и металлоостеосинтеза.

Хотя в проспективной группе исследования были использованы различные варианты операций, общая специфика их была одинаковой, направленной на восстановление правильных соотношений в заднем отделе стопы, а воссоздание анатомии костных структур позволяет рассчитывать на хорошую функцию стопы в целом. Послеоперационное ведение пациентов не отличалось от того, что было использовано в ретроспективной группе исследования.

Клинический пример 1. Остеотомия пяточной кости (по М. Ромашу), резекция латеральной стенки, удлинение ахиллова сухожилия.

Пациентка С., 35 лет. Травма произошла 01.11.2015 года в результате падения с высоты. Госпитализирована с диагнозом: сочетанная травма, ЗЧМТ, сотрясение головного мозга, закрытые переломы обеих пяточных костей со смещением отломков. Лечение переломов пяточных костей – фиксация спицами, гипсовая иммобилизация сроком до 3 месяцев.

При поступлении в стационар прошло 46 недель с момента травмы. Пациентка предъявляла жалобы на боли в области верхушки наружной лодыжки справа, усиливающиеся при движении, трудности при ходьбе по неровным поверхностям и ограничение тыльного сгибания в правом голеностопном суставе. Пациентка передвигалась со значительной хромотой на правую стопу при помощи одного костыля, отмечала, что может носить только свободную, мягкую обувь.

В ходе осмотра выявлено уменьшение высоты и расширение заднего отдела стопы, ось заднего отдела стопы – вальгусная. Форма среднего и переднего отделов стопы в пределах нормы, гиперкератозов нет. При пальпации определяется локальная болезненность под кожей в области расположения спиц, анатомическое пространство под наружной лодыжкой отсутствует из-за

смещенной латеральной стенки пяточной кости, определяется болезненность по ходу сухожилий короткой и длинной малоберцовых мышц. Тыльное сгибание в голеностопном суставе отсутствует, подошвенное сгибание – 50°. Тест Сильвершельда показал, что присутствует комбинированная контрактура трехглавой мышцы голени. Движения в подтаранном суставе умеренно ограничены, безболезненны. Оценка болевого синдрома по ВАШ – 7 баллов. Оценка функционального состояния стопы по AOFAS – 39 баллов.

На рентгенограммах правого голеностопного сустава и стопы: сросшийся в неправильном положении перелом пяточной кости с наличием металлоконструкций, бугристость пяточной кости смещена относительно оси голени кнаружи, признаки латерального импинджмент-синдрома (рис. 25).

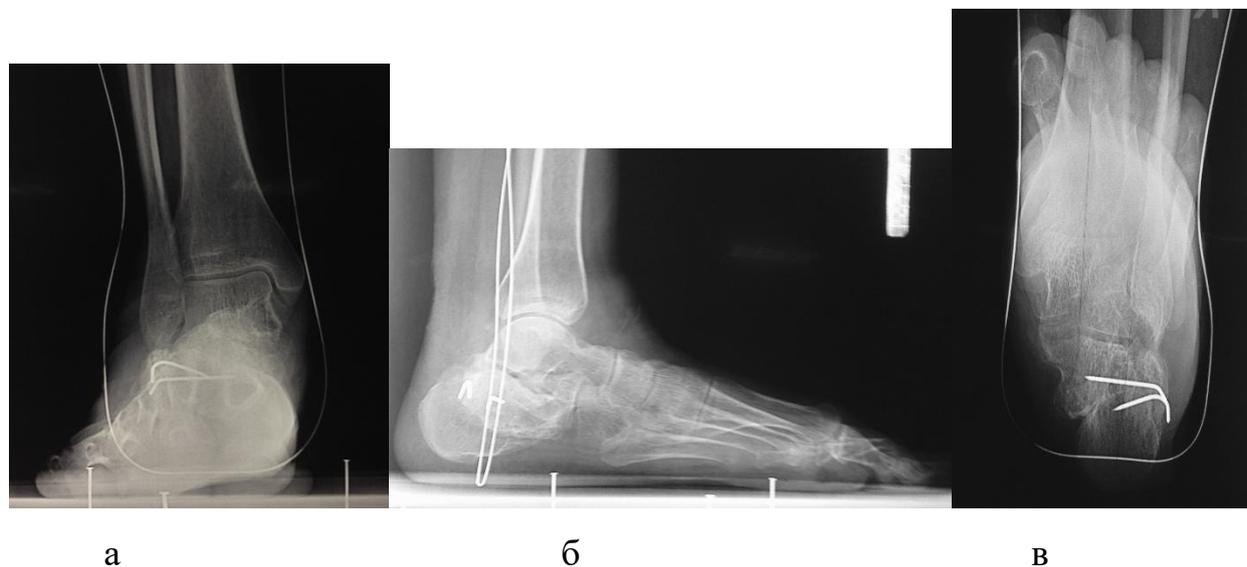


Рис. 25. Рентгенограммы пациентки С.: а – в прямой проекции: латеральная стенка пяточной кости смещена под наружную лодыжку; б – боковая проекция: высота и длина пяточной кости снижена; в – аксиальная проекция – смещение бугристости пяточной кости кнаружи, признаки латерального артроза подтаранного сустава, хорошо визуализируется линия консолидации перелома

Исходя из данных, полученных в ходе клинического и рентгенологического обследований, в соответствии с предложенным алгоритмом пациентке было решено выполнить корригирующую остеотомию пяточной кости по линии

консолидации перелома (по М. Ромашу), резекцию латеральной стенки пяточной кости и Z-образное удлинение ахиллова сухожилия.

Операция выполнена 13.10.2016: через латеральный доступ под ЭОП-контролем выполнена остеотомия пяточной кости строго по плоскости консолидации перелома, репозиция остеотомированных фрагментов при помощи предложенного нами устройства (патент РФ на изобретение №2661705 от 19.07.2018), фиксация двумя винтами. Через этот же доступ выполнена резекция латеральной стенки пяточной кости, проверена стабильность сухожилий малоберцовых мышц. Через прямой продольный задний доступ выполнено Z-образное удлинение ахиллова сухожилия по стандартной методике, наложена гипсовая иммобилизация. Контрольные рентгенограммы после операции представлены на рисунке 26.

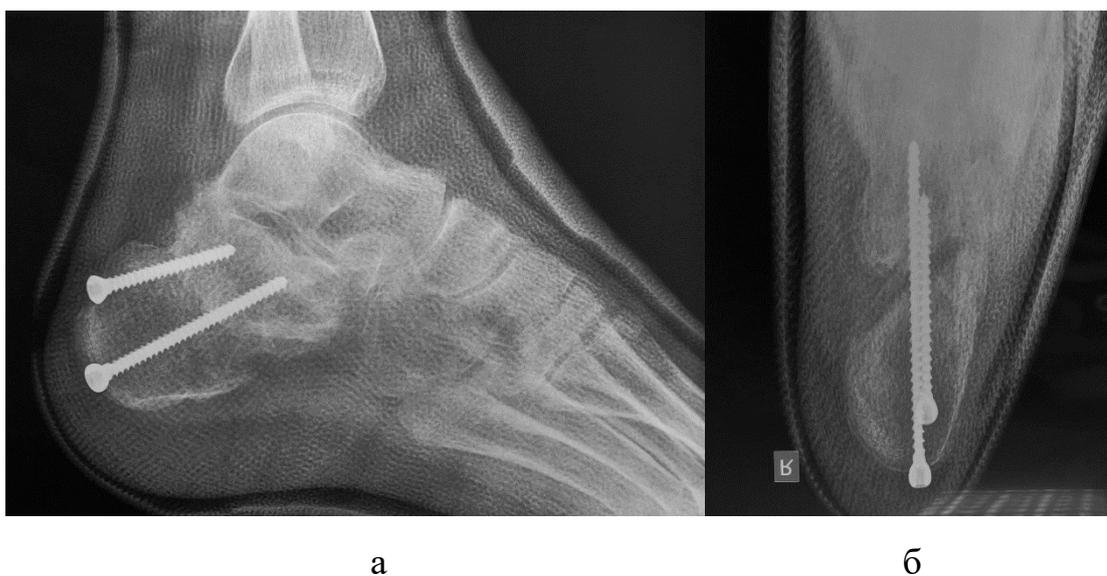


Рис. 26. Послеоперационные рентгенограммы правой стопы пациентки С.:
 а – боковая проекция: высота и длина пяточной кости восстановлены;
 б – аксиальная проекция: остеотомированный фрагмент смещен медиально до сопоставления наружных кортикальных пластинок пяточной кости

Послеоперационный период протекал без признаков патологии, рана заживала первичным натяжением. Пациентка передвигалась 2 месяца без нагрузки на правую стопу при помощи костылей в гипсовой лонгете по задней поверхности до верхней трети голени. После прекращения иммобилизации:

ходьба с постепенно возрастающей нагрузкой на стопу, пассивные, затем активные упражнения для разработки движений в стопе и голеностопном суставе, укрепления мышц голени. Повторный осмотр на сроках 3, 6, 12, 18 и 24 месяца после операции. Контрольные рентгенограммы представлены на рисунке 27.



Рис. 27. Рентгенограммы пациентки С. на сроке 6 месяцев после операции: а – боковая проекция: высота пяточной кости увеличилась с 7,3 до 8 см, длина пяточной кости увеличилась с 7,7 до 8,3 см; б – аксиальная проекция: бугристость пяточной кости выведена из выраженного вальгусного положения в нейтральное

Пациентка перестала пользоваться дополнительной опорой, отмечает исчезновение болей в области вершины латеральной лодыжки, увеличение амплитуды движений в голеностопном суставе и максимальной дистанции ходьбы. Остались жалобы на некоторый дискомфорт при ходьбе по лестнице, неровным поверхностям и босиком. Оценка болевого синдрома по ВАШ – 1-2 балла, оценка по AOFAS – 92 балла. Тыльное сгибание в голеностопном суставе увеличилось с 0 до 10°.

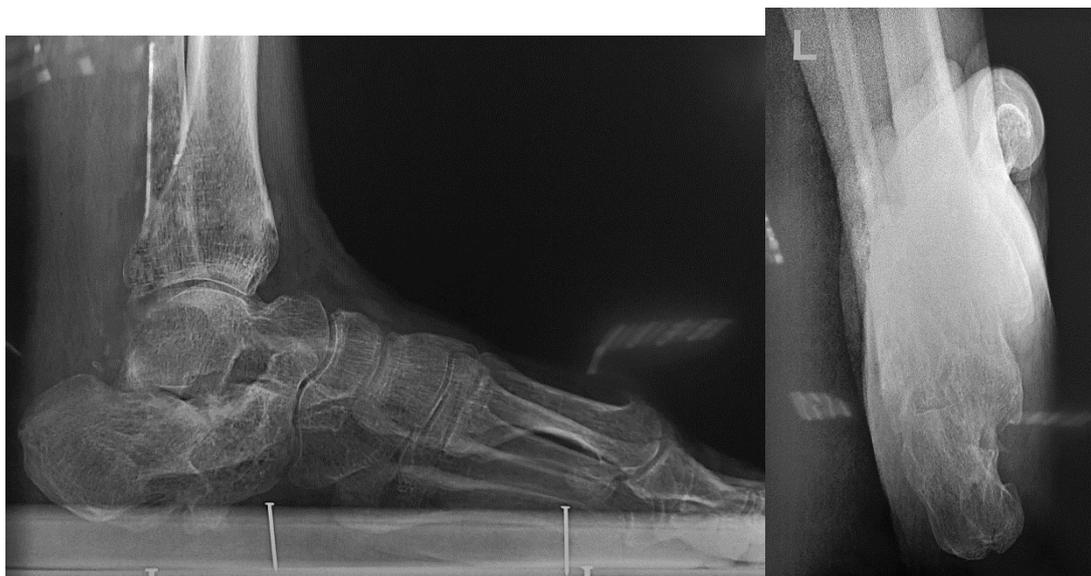
Клинический пример 2. Артродез подтаранного сустава с использованием дистракционного костного блока, резекция латеральной стенки, удлинение ахиллова сухожилия.

Пациент С., 51 лет. Травма произошла 01.07.2015 года в результате падения с высоты. Госпитализирован с диагнозом: сочетанная травма, компрессионные переломы тел позвонков (L3-L4), закрытые переломы обеих пяточных костей со смещением отломков. Лечение переломов позвонков – транспедикулярная фиксация, лечение переломов пяточных костей, гипсовая иммобилизация сроком до 2,5 месяцев.

На момент поступления в стационар прошло 70 недель после травмы. Пациент предъявлял жалобы на боли в области верхушки наружной лодыжки слева, усиливающиеся при движении, боли в области подтаранного сустава, усиливающиеся при ходьбе по неровным поверхностям, невозможность ходьбы даже на малые дистанции. Пациент передвигался со значительной хромотой, без дополнительной опоры, отмечал, что необходимо «расходиться» с утра.

В ходе осмотра выявлено уменьшение высоты и расширение заднего отдела стопы, ось заднего отдела стопы – нейтральная. Форма среднего и переднего отделов стопы в пределах нормы, гиперкератозов нет. При пальпации определяется локальная болезненность в области верхушки наружной лодыжки, анатомическое пространство под наружной лодыжкой отсутствует из-за смещенной латеральной стенки пяточной кости, определяется болезненность по ходу сухожилий короткой и длинной малоберцовых мышц. Тыльное сгибание в голеностопном суставе – 5° , подошвенное сгибание – 45° . Тест Сильвершельда показал, что присутствует комбинированная контрактура трехглавой мышцы голени. Движения в подтаранном суставе резко ограничены, болезненны. Оценка болевого синдрома по ВАШ – 5 баллов. Оценка функционального состояния стопы по AOFAS – 52 балла.

На рентгенограммах левого голеностопного сустава и стопы: сросшийся в неправильном положении перелом пяточной кости, посттравматический артроз подтаранного сустава, признаки латерального импинджмент-синдрома (рис. 28).



а

б

Рис. 28. Рентгенограммы пациента С.: а – боковая проекция: высота пяточной кости снижена, горизонтальное положение таранной кости, выраженная импрессия задней фасетки подтаранного сустава; б – аксиальная проекция: признаки латерального импинджмент-синдрома

Исходя из данных, полученных в ходе клинического и рентгенологического обследований, пациенту было решено выполнить артродез подтаранного сустава с использованием дистракционного костного блока из аллокости, резекцию латеральной стенки пяточной кости и Z-образное удлинение ахиллова сухожилия.

Операция выполнена 12.12.2016 г. Через прямой продольный задний доступ выполнено Z-образное удлинение ахиллова сухожилия по стандартной методике, доступ к подтаранному суставу, удален хрящ с таранной и пяточной костей, для восстановления высоты и коррекции оси заднего отдела стопы в область задней фасетки уложен отмоделированный костный аллотрансплантат. Под ЭОП-контролем выполнена фиксация двумя винтами диаметром 6,5 мм. Через отдельный латеральный доступ выполнена резекция латеральной стенки пяточной кости, проверена стабильность сухожилий малоберцовых мышц, тенденции к вывиху нет. Гипсовая иммобилизация.

Послеоперационный период протекал без признаков патологии, рана заживала первичным натяжением. Пациент передвигался 2 месяца без нагрузки на

левую стопу при помощи костылей в гипсовой лонгете по задней поверхности до верхней трети голени. После прекращения иммобилизации разрешена ходьба с постепенно возрастающей нагрузкой на стопу, пассивные, затем активные упражнения для разработки движений в стопе и голеностопном суставе, укрепления мышц голени. Повторный осмотр на сроках 3, 6, 12, 18 и 24 месяца после операции. Контрольные рентгенограммы представлены на рисунке 29.



Рис. 29. Рентгенограммы пациента С. через 3 месяца после операции: а – боковая проекция: высота пяточной кости увеличилась с 7,6 до 8,5 см, угол инклинации таранной кости увеличился с -4° до 9° ; б – аксиальная проекция: бугристость пяточной кости выведена из вальгусного положения в нейтральное, латеральная стенка пяточной кости резецирована

Пациент отмечает исчезновение болей в области вершины латеральной лодыжки и в области подтаранного сустава, значительное увеличение дистанции ходьбы и объема движений в голеностопном суставе. Оценка болевого синдрома по ВАШ – 2 балла, оценка по AOFAS – 90 баллов. На сроке 6 месяцев выполнена компьютерная томография (рис. 30).



Рис. 30. Компьютерная томограмма пациента С. на сроке 6 месяцев после операции, сагиттальная и фронтальная проекции – костный анкилоз в области подтаранного сустава, признаки перестройки костного аллотрансплантата

Клинический пример 3. Артродез подтаранного сустава с применением аппарата внешней фиксации для устранения деформации заднего отдела стопы во времени, с последующим переходом на внутреннюю фиксацию, удлинение Ахиллова сухожилия.

Пациент Н., 38 лет. Травма от 07.09.2016 года в результате падения с высоты. За помощью пациент не обратился, продолжил передвигаться с опорой на правую стопу. Через 5 дней обратился в травмпункт, где диагностирован закрытый перелом правой пяточной кости со смещением отломков. Лечение – гипсовая иммобилизация сроком до 2,5 месяцев. Перелом не сросся, образовался ложный сустав пяточной кости.

На момент поступления в стационар прошло 25 недель после получения травмы. Пациент предъявлял жалобы на значительную деформацию и боли в области заднего отдела стопы, усиливающиеся при движении, сложности в подборе обуви, невозможность ходьбы даже на малые дистанции. Пациент передвигался со значительной хромотой и дополнительной опорой на трость.

В ходе осмотра выявлено уменьшение высоты и расширение заднего отдела стопы, ось заднего отдела стопы – вальгусная. Форма среднего и переднего

отделов стопы – посттравматическая плоская стопа, гиперкератозов нет. При пальпации определяется болезненность в области подтаранного синуса как по латеральной, так и по медиальной поверхностям стопы. Тыльное сгибание в голеностопном суставе – 10° , подошвенное сгибание – 40° . Тест Сильвершельда показал, что присутствует комбинированная контрактура трехглавой мышцы голени. Движения в подтаранном суставе резко ограничены, болезненны. Оценка болевого синдрома по ВАШ – 8 баллов. Оценка функционального состояния стопы по AOFAS – 30 баллов.

На рентгенограммах левого голеностопного сустава и стопы: ложный сустав пяточной кости, посттравматический артроз подтаранного сустава, признаки латерального импинджмент-синдрома (рис. 31).



Рис. 31. Рентгенограммы пациента Н.: а – боковая проекция: ложный сустав пяточной кости, бугор пяточной кости смещен кзади и кверху; б – аксиальная проекция: фрагмент смещен кнаружи и находится в варусном положении

Исходя из данных, полученных в ходе клинического и рентгенологического обследований, пациенту было решено выполнить фиксацию стопы в АВФ для коррекции деформации заднего отдела во времени, затем артродезирование подтаранного сустава с использованием костного блока из аллокости и фиксацией винтами, Z-образное удлинение ахиллова сухожилия.

Первый этап оперативного вмешательства выполнен 10.03.2017: наложение аппарата внешней фиксации на нижнюю треть голени и стопы с проведением чрескостных элементов через бугристую пяточную кость. В послеоперационном периоде к опорам АВФ был монтирован ортопедический гексопод, и в течение 3 недель задний фрагмент пяточной кости постепенно выводился в правильное положение. Второй этап оперативного лечения выполнен 01.04.2017: через прямой продольный задний доступ, выполнено Z-образное удлинение ахиллова сухожилия по стандартной методике, выполнен доступ к подтаранному суставу, удален хрящ с таранной и пяточной костей, для восстановления высоты пяточной кости и замещения дефекта в область задней фасетки уложен отмоделированный костный аллотрансплантат. Под ЭОП-контролем выполнена фиксация одним винтом 6,5 мм. Из-за плохого качества костной ткани было решено продолжить фиксацию стопы в АВФ. Контрольные рентгенограммы после операции представлены на рисунке 32.

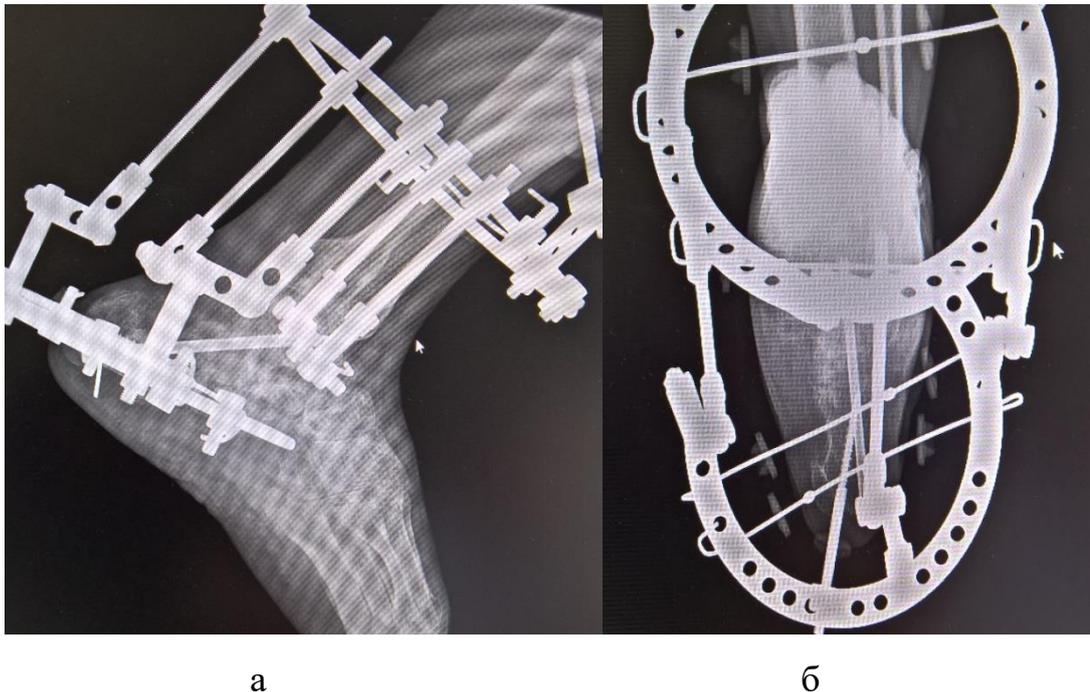


Рис. 32. Рентгенограммы пациента Н. после второго этапа оперативного лечения:
 а – боковая проекция: в область задней суставной фасетки уложен костный аллотрансплантат, через который проведен винт из пяточной в таранную кость;
 б – аксиальная проекция: бугристость пяточной кости выведена из вальгусного положения в нейтральное

Послеоперационный период протекал без признаков патологии, рана заживала первичным натяжением. Пациент передвигался 2 месяца без нагрузки на правую стопу при помощи костылей в АВФ. После демонтажа АВФ – ходьба с постепенно возрастающей нагрузкой на стопу, пассивные, затем активные упражнения для разработки движений в стопе и голеностопном суставе, укрепления мышц голени. Повторный осмотр на сроках 3, 6, 12, 18 и 24 месяца после операции. Контрольные рентгенограммы представлены на рисунке 33.



Рис. 33. Рентгенограммы пациента Н. через 3 месяца после операции, боковая и аксиальная проекции

Пациент отмечает увеличение опороспособности стопы, значительное снижение интенсивности болевого синдрома, увеличение дистанции ходьбы. Также пациент отметил, что не нуждается в дополнительной опоре и специальной ортопедической обуви. Оценка болевого синдрома по ВАШ – 2 балла, оценка по AOFAS – 90 балла. На сроке 6 месяцев выполнена компьютерная томография (рис. 34).

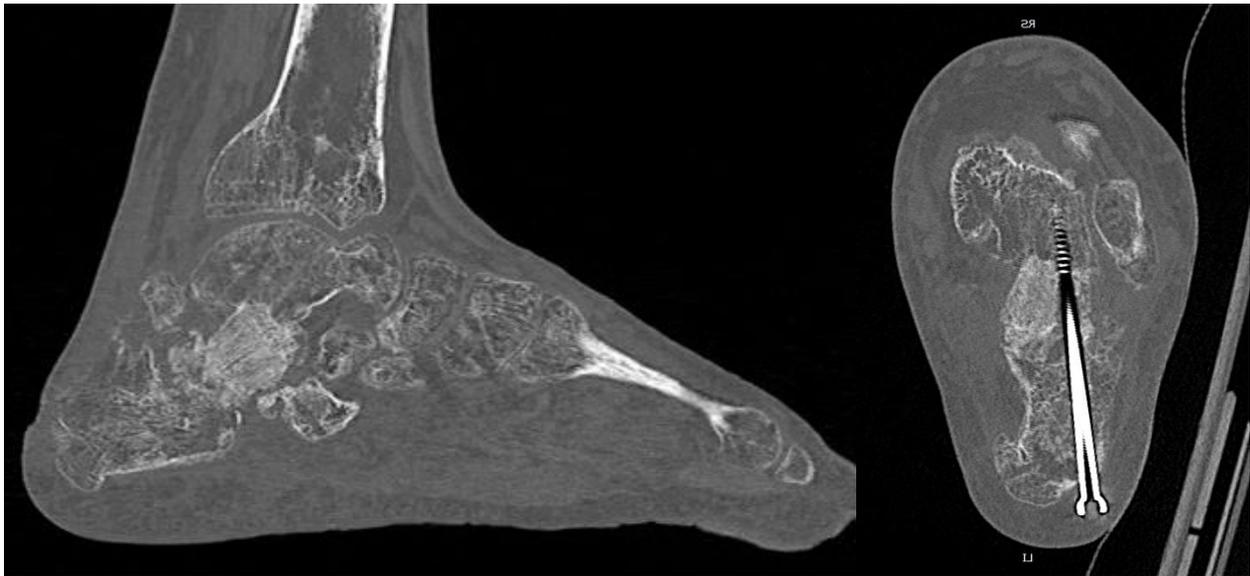


Рис. 34. Компьютерная томограмма пациента Н. на сроке 6 месяцев после операции, сагиттальная и фронтальная проекция – костный анкилоз в области подтаранного сустава, признаки перестройки костного аллотрансплантата

4.3. Динамика восстановления функции стоп в первые два года после корригирующих операций в проспективной группе исследования

Цифровые показатели динамики изменения оценки по шкале AOFAS у пациентов проспективной группы исследования представлены в таблице 17, графическое отображение тех же данных представлено на рисунке 35.

Таблица 17.

Динамика показателей шкалы AOFAS у пациентов проспективной группы

До операции	3 месяца	6 месяца	12 месяцев	18 месяцев	24 месяца
45,1±10,6	65,3±8,4	80±8,5	83,2±6,3	85,1±6,4	86,7±6,6

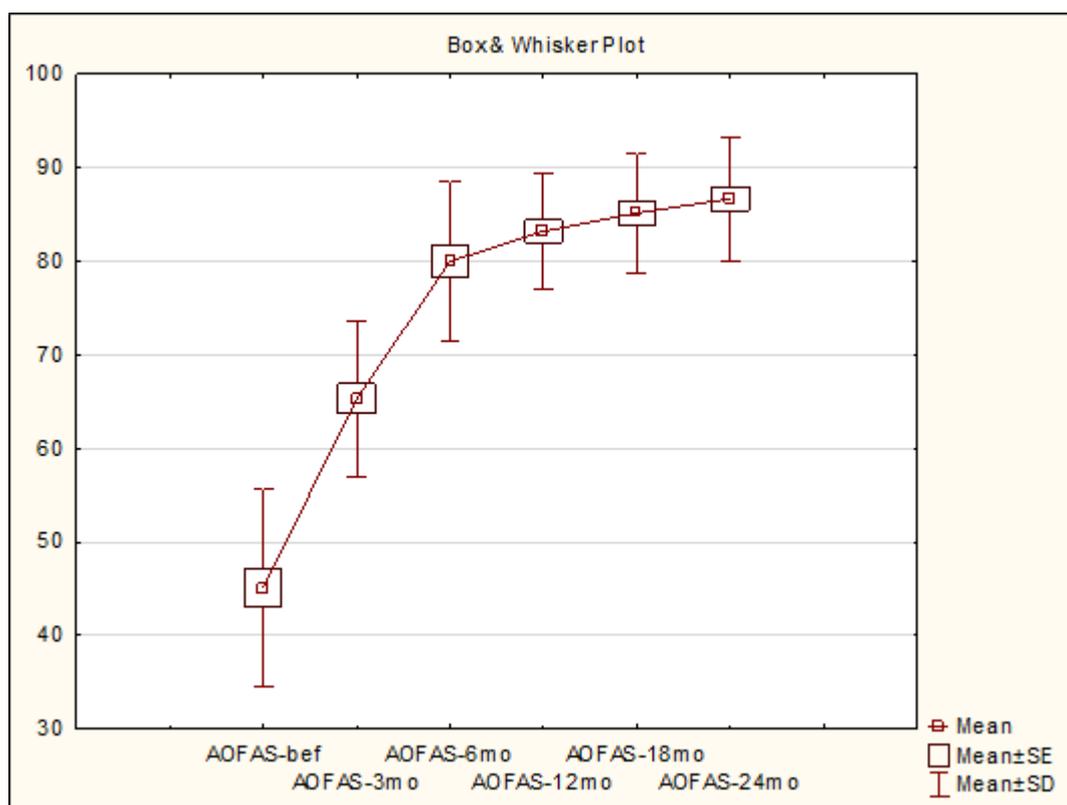


Рис. 35. Графическое отображение динамики показателей шкалы AOFAS у пациентов проспективной группы исследования (линия соединяет средние значения)

Изменение показателей по шкале AOFAS в первые два года выглядело следующим образом: на сроке 3 месяца отмечено увеличение этого показателя в среднем на 25 баллов по сравнению с предоперационным показателем, это изменение было статистически значимым ($p=4 \cdot 10^{-6}$). Далее, на сроке 6 месяцев, в проспективной группе пациентов увеличение количества баллов по сравнению с оценкой в 3 месяца составило в среднем 15 баллов ($p=11 \cdot 10^{-6}$). Это повышение было связано, в первую очередь, с прекращением иммобилизации и началом активной реабилитации. Далее увеличение количества баллов было менее значительным: в период с 6 до 12 месяцев – 2 балла ($p=2,6 \cdot 10^{-3}$); в период с 12 до 18 месяцев – 8 баллов ($p=2,6 \cdot 10^{-3}$). Итоговое максимальное значение достигалось в срок 24 месяца и составило в среднем $86,7 \pm 6,6$ балла при минимальном значении – 69 баллов, а максимальном – 92 балла. Общее увеличение количества

баллов по шкале AOFAS у пациентов проспективной группы составило 50 баллов (табл. 18).

Таблица 18

Результатов лечения пациентов по шкале AOFAS в проспективной группе исследования через 24 месяца

Удовлетворительный (50-74 балла)	Хороший (75-89 баллов)	Отличный (90-94 балла)
2 (7,4%)	13 (48,1%)	12 (44,5%)

Выявлена отрицательная корреляционная связь между возрастом пациентов и оценкой результатов лечения по шкале AOFAS ($R = -0,6$; $p \leq 0,002$) через 2 года после оперативного лечения, что может косвенно свидетельствовать о снижении регенераторных способностей мышечных и сухожильных структур заднего отдела стопы с возрастом. Как правило, молодые пациенты при правильном реабилитационном лечении могут достигнуть лучших результатов по сравнению с пожилыми пациентами, реабилитация которых представляет собой достаточно сложную задачу.

Выявлена отрицательная корреляционная связь между значением по шкале AOFAS и величиной вальгусной деформации заднего отдела стопы ($R = -0,51$; $p \leq 0,01$). Как уже упоминалось ранее, выраженная вальгусная установка заднего отдела значительно увеличивает вероятность возникновения костного соударения между латеральной стенкой пяточной кости и вершечкой наружной лодыжки, сдавления мягких тканей в этой области, перегрузки латерального отдела голеностопного сустава, а также перерастяжения медиального связочного аппарата заднего отдела стопы.

Доля субъективно неудовлетворительных результатов лечения составила 11,1% (95% ДИ 2,2–25,3%). У двух пациентов болевой синдром был вызван

головками винтов, выступающими на подошвенной поверхности стопы, болевые ощущения прекратились после удаления винтов.

При анализе изменения количества баллов по ВАШ в срок 3 месяца наблюдалось значительное снижение их количества по сравнению с предоперационным значением и в среднем было равно 4 баллам, что было статистически значимым ($p=1 \cdot 10^{-6}$). Такое значительное уменьшение связано с тщательным предоперационным обследованием и выявлением всех источников болевого синдрома, а также с восстановлением формы заднего отдела стопы. Далее увеличение количества баллов было менее значительным: в период с 3 до 12 месяцев – 1 балл ($p=1,1 \cdot 10^{-5}$); в период с 12 до 24 месяцев – 1 балл ($p=5,1 \cdot 10^{-4}$) (табл. 19). Конечный результат составил $1,5 \pm 0,75$ баллов при среднем увеличении в общей сложности на 6 баллов ($p=1 \cdot 10^{-6}$).

Таблица 19

Динамика интенсивности болевого синдрома по ВАШ
у пациентов проспективной группы исследования, баллы

До	3 месяца	6 месяцев	12 месяцев	18 месяцев	24 месяца
$6,6 \pm 1,3$	$3,3 \pm 1$	$2,5 \pm 0,9$	$2 \pm 0,8$	$1,7 \pm 0,7$	$1,5 \pm 0,7$

Графическое отображение изменения средних показателей интенсивности болевого синдрома по ВАШ до операции и в течение 2 лет представлено на рисунке 36.

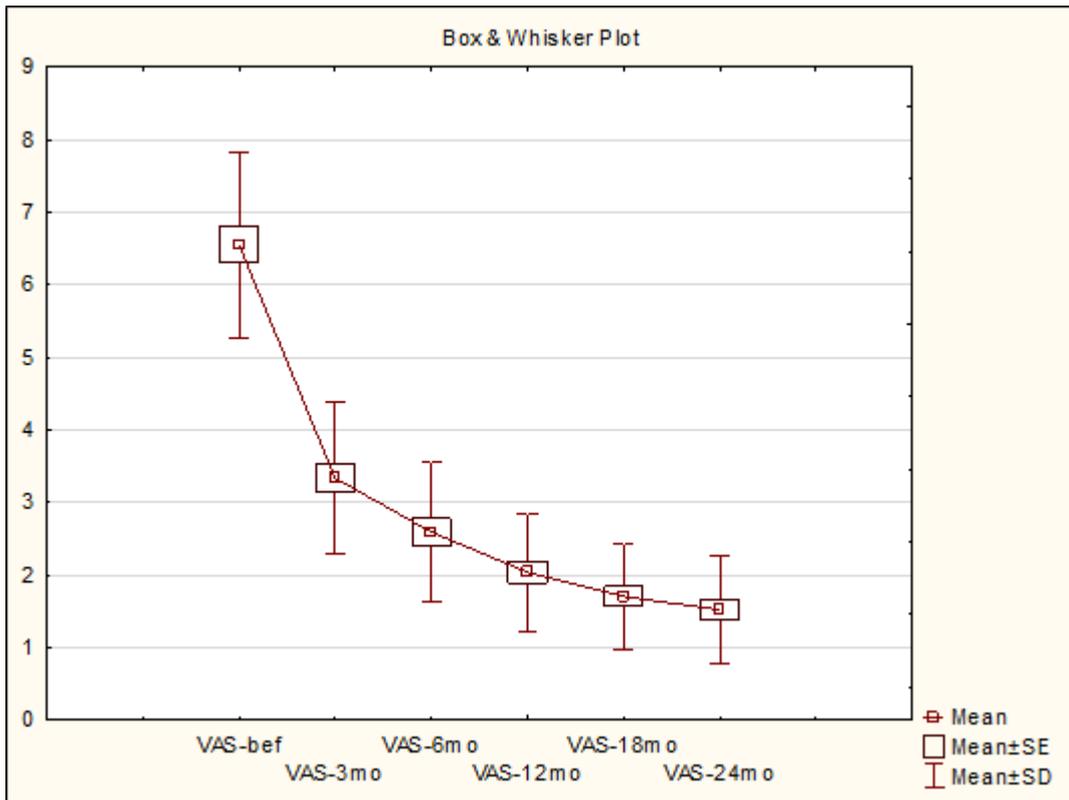


Рис. 36. Графическое отображение динамики интенсивности болевого синдрома по ВАШ в проспективной группе исследования (линия соединяет средние значения)

Как и в ретроспективной группе исследования, выявлена отрицательная корреляционная связь между интенсивностью болевого синдрома по ВАШ и объемом тыльного сгибания в голеностопном суставе ($R = -0,43$; $p \leq 0,02$). Ограничение тыльного сгибания в голеностопном суставе в большинстве случаев было связано с передним импинджмент-синдромом и значительно ограничивало повседневную и спортивную активность пациентов. Средний объем на сроке 24 месяца составил $10,4 \pm 4,4^\circ$ при среднем увеличении в общей сложности на 5° по сравнению с результатами предоперационного обследования, что было статистически значимым ($p = 1,2 \cdot 10^{-3}$). Графическое отображение изменения средних показателей объема тыльного сгибания в голеностопном суставе в проспективной группе представлено на рисунке 37.

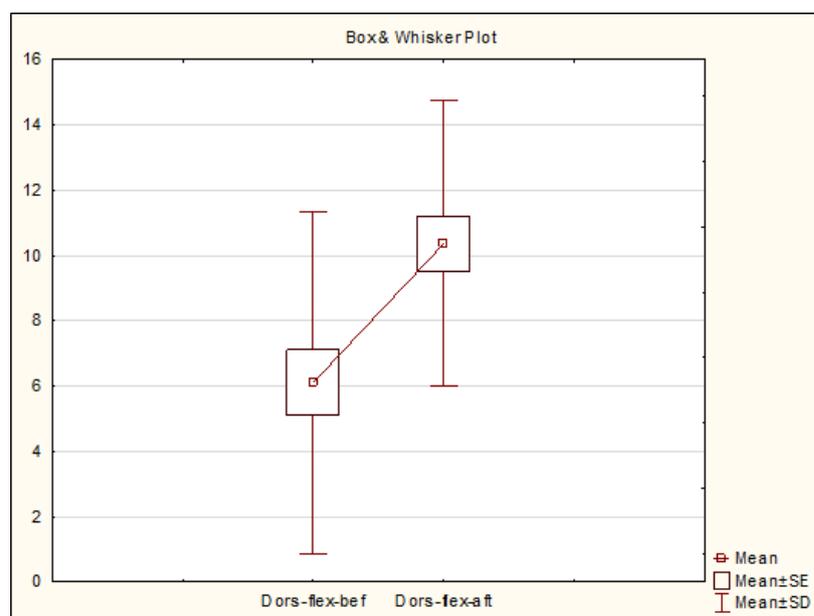


Рис. 37. Графическое отображение динамики объема тыльного сгибания в голеностопном суставе в проспективной группе исследования (линия соединяет средние значения)

Обобщая анализ динамики функционального состояния стопы после операций, связанных с последствиями переломов пяточной кости, следует сказать, что основной «скачок» наблюдался в первые 6 месяцев. В основном это происходило из-за устранения всех источников болевого синдрома и коррекции рентгенологических показателей, что позволяло пациенту приступать к выполнению активной реабилитации сразу после прекращения иммобилизации. Далее наблюдалась менее выраженная положительная динамика со стабилизацией показателей к срокам 18–24 месяца.

4.4. Гистологические изменения в структуре сухожилия короткой малоберцовой мышцы при наличии латерального импинджмент-синдрома у пациентов проспективной группы

Как уже упоминалось ранее, одной из основных причин болей у пациентов с последствиями переломов пяточной кости является латеральный импинджмент-синдром (Stephens H.M., Sanders R., 1996). Это понятие подразумевает наружное

смещение латеральной стенки пяточной кости в момент перелома, уменьшение анатомического пространства под наружной лодыжкой и сдавление мягких тканей в этой области, в том числе сухожилий короткой и длинной малоберцовых мышц (рис. 37).

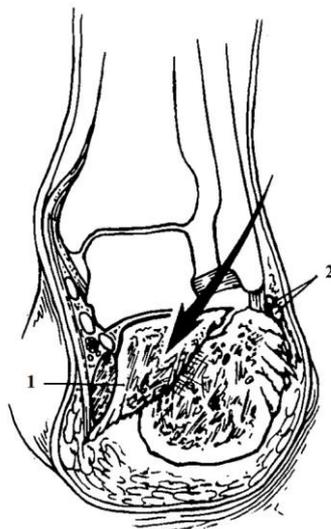


Рис. 37. Стрелкой указано направление срезающих усилий, возникающих в момент перелома пяточной кости. Медиальный фрагмент пяточной кости (1), сухожилия короткой и длинной малоберцовых мышц (2), сдавленные между латеральным фрагментом пяточной кости и верхушкой наружной лодыжки (Romash M.M., 1993)

Это приводит к хронической травматизации сухожилий, нарушению их нормального скольжения, развитию тендинита и теносиновита. В некоторых случаях латеральная стенка может вступать в непосредственный костный конфликт с верхушкой наружной лодыжки и даже деформировать ее, вытесняя сухожилия и приводя их к вывиху (Romash M.M., 1993; Young K.W. et al., 2011). Импинджмент-синдром необходимо устранять путем коррекции деформации пяточной кости и резекции ее латеральной стенки, но до момента обращения пациентов с такой патологией к хирургу могут проходить месяцы и даже годы (Clare M.P., Lee W.E., Sanders R.W., 2005; Young K.W. et al., 2011; Atkins R.M., 2014; Yavuz U. et al., 2014).

Влияет ли длительная травматизация на внутреннюю структуру сухожилий малоберцовых мышц? На настоящий момент как в отечественной, так и в зарубежной литературе нет публикаций, освещающих морфологические изменения при данной патологии.

Латеральный импинджмент-синдром был выявлен у 15 из 27 пациентов проспективной группы. У каждого из 15 пациентов во время оперативного вмешательства выполнялась биопсия сухожилия короткой малоберцовой мышцы из двух зон — непосредственно из места сдавления и из вышележащих отделов, не подверженных сдавлению.

Материал фиксировали 10% нейтральным формалином в течение 24 ч, обезвоживали в изопропанолe восходящей концентрации с использованием установки проводки гистологического материала Microm STP-120 (Micron Technology, США) и заливали в парафин, применяя заливочную установку Leica (Leica, Германия). Срезы толщиной 5 мкм получали с помощью санного микротомa Leica (Leica Microsystems, Германия) и окрашивали гематоксилином и эозином (Биовитрум, Россия) с использованием окраски «Рафаэлло» (DIAPATH, S.p.A., Италия), азур II и эозином по Романовскому, трехцветной окраски по Маллори. Патоморфологический анализ гистологических препаратов и фотодокументирование проводили, используя микроскоп Nikon E-50i (Nikon, Япония), объективы 4, 10, 20 и 40 и окуляр 10 (Nikon, Япония). Анализ алтеративных изменений, регенерации и перестройки сухожилия проводили с помощью системы анализа изображения в программе ВидеоТест-Морфо 4.0 (ВидеоТест, Россия).

При микроскопии в исследованном материале было выявлено повреждение коллагеновых волокон, неоваскуляризация, признаки воспаления с клеточной инфильтрацией, дегенерация с замещением волокнистой соединительной тканью.

Степень выраженности данных процессов различалась при различной длительности патологического процесса, что позволило нам проанализировать данные изменения в динамике.

На ранних сроках преобладали воспалительные изменения с резко выраженной неоваскуляризацией (рис. 38) и большим количеством фибробластов и макрофагов, а также умеренным количеством сегментоядерных лейкоцитов с единичными базофилами (рис. 39, 40).

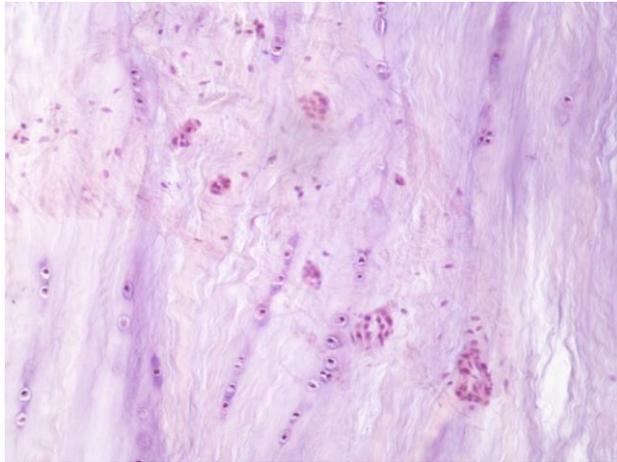


Рис. 38. Сухожилие короткой малоберцовой мышцы на сроке 10 мес. после травмы. Расслоение волокон сухожилия, выраженная неоваскуляризация.

Окраска гематоксилином и эозином, $\times 200$

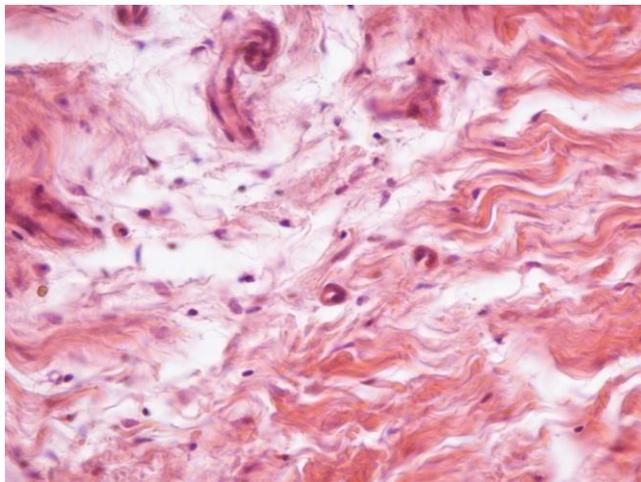


Рис. 39. Снимок микропрепарата, демонстрирующий клеточную инфильтрацию в зоне повреждения волокон сухожилия. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 400$

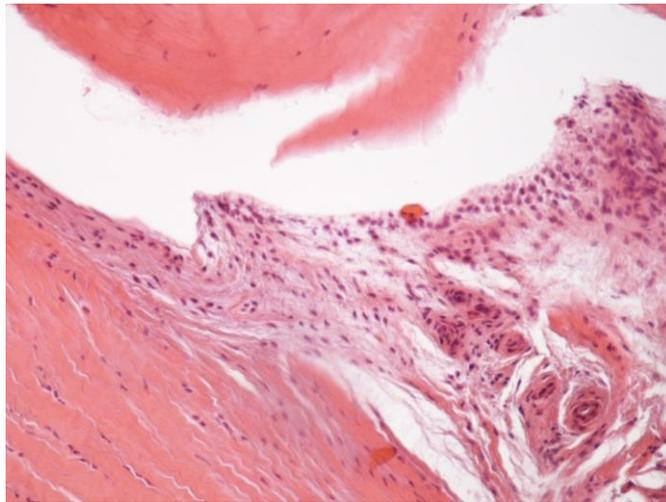


Рис. 40. Сухожилие короткой малоберцовой мышцы на сроке 10 мес. после травмы. В зоне повреждения выраженная клеточная инфильтрация с прорастанием сосудов. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 200$

Воспаление носило очаговый характер, локализованный в местах наибольшего повреждения волокон сухожилия, которое было представлено нарушением направленности волокон, их расслоением и полными разрывами. Неоваскуляризация проявлялась прорастанием сосудов в толщу сухожилия из синовиальной оболочки.

При средних сроках воспалительные изменения также имели место, но были представлены лишь небольшими группами периваскулярно расположенных клеток в области рубцового замещения в единичных полях зрения, васкуляризация была по-прежнему выражена. Состав клеточного инфильтрата такой же, как и на ранних сроках наблюдения. На фоне снижения интенсивности воспаления мы наблюдали выход дегенеративных изменений на первый план с нарастанием количества грубоволокнистой соединительной ткани. Присутствовал липоматоз области соединительнотканного рубцового замещения в виде групп липоцитов (рис. 41).

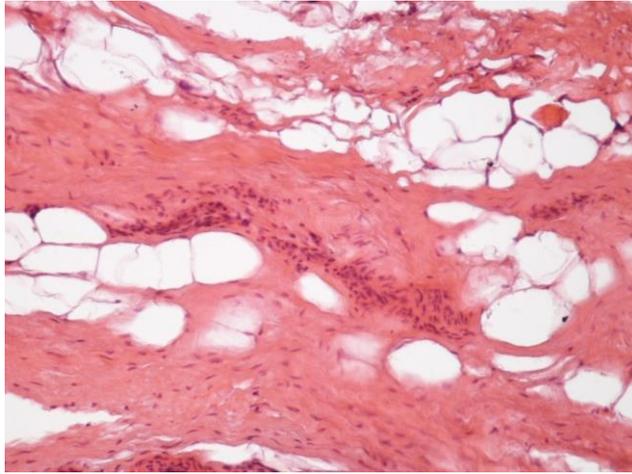


Рис. 41. Сухожилие короткой малоберцовой мышцы на сроке 21 мес. после травмы. Значительное расслоение волокон сухожилия с участками липоматоза, сохранением клеточной инфильтрации, зонами замещения соединительной тканью. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 200$

Длительные сроки с момента повреждения характеризовались отсутствием или минимальными признаками воспаления, но при этом выраженными нарушениями структуры сухожилия за счет рубцового замещения. Количество активных сосудов в зоне повреждения значительно уменьшилось. Следует отметить, что на больших сроках наблюдения липоматоз рубца сухожилия оценивался нами от слабого до выраженного (рис. 42).

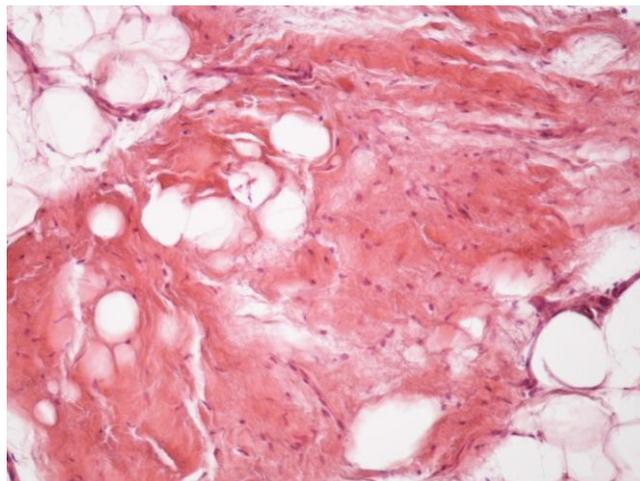


Рис. 42. Сухожилие короткой малоберцовой мышцы на сроке 34 мес. после травмы. Малое количество сохранившихся волокон сухожилия, значительное разрастание соединительной ткани с участками липоматоза и небольшим количеством активных сосудов. Окраска гематоксилином и эозином, $\times 200$

Корреляционный анализ полуколичественного морфометрического исследования показал, что имеется положительная корреляционная связь между длительностью процесса и выраженностью дегенеративных изменений ($R=0,65$, $p=0,04$). Выраженность воспаления имела прямую корреляционную связь со степенью васкуляризации ($R=0,83$, $p=0,003$).

Полученные нами результаты подтверждаются целым рядом аналогичных гистологических исследований ткани сухожилий других локализаций. Схожие патологические процессы описаны в сухожильной части вращательной манжеты плеча при импинджмент-синдроме с акромиальным отростком ключицы. Ряд авторов связывает разрывы в этой области именно с дегенерацией ткани сухожилия при хронической микротравматизации (Uthoff H.K., Lohr S.K., 1986; Longo U.G. et al., 2011). К компонентам дегенеративных изменений в своих исследованиях они относят истончение и нарушение ориентации коллагеновых волокон, миксоидную и гиалиновую дегенерацию. Разная выраженность этих изменений наблюдалась практически у всех пациентов с разрывом вращательной манжеты плеча. Помимо этого, гиперваскуляризация наблюдалась у 34% пациентов, жировая инфильтрация – у 33%, хондроидная метаплазия наблюдалась у 21%, кальцификация – у 19% пациентов (Hashimoto T., Nobuhara K., Hamada T., 2003).

Исследование сухожилия задней большеберцовой мышцы у пациентов с приобретенной плоско-вальгусной деформацией стопы показало, что на хроническую механическую травматизацию теноциты отвечают конверсией типов коллагена, т.е. снижением продукции коллагена 1-го типа и увеличением продукции коллагена 3-го типа, который в норме представлен в коже и сосудах (Maffulli N. et al., 2000). Снижение содержания коллагена 1-го типа в среднем составляет 41,4%, при этом содержание коллагена 3-го типа увеличивается на 53,6%, коллагена 5-го типа – на 26,4%. Помимо этого, выявлены отложение муцина, неоваскуляризация, увеличение количества фибробластов, миксоидная дегенерация и нарушение структуры и ориентации волокон (Goncalves-Neto J., 2002). Эти изменения приводят к снижению прочности и увеличению

растяжимости сухожилия даже при физиологичных нагрузках, что проявляется в дисфункции сухожилия, а в крайнем случае и в его полном разрыве. При этом пациенты отмечают возникновение болевого синдрома и нарастающую деформацию. Также появляются публикации, подтверждающие наличие аваскулярной зоны в части сухожилия, скользящей позади медиальной лодыжки, так как питающие сосуды проникают в сухожилие только в зоне прикрепления к ладьевидной кости и выше медиальной лодыжки (Guelfi M. et al., 2017). Аналогичная ситуация наблюдается и с сухожилием короткой малоберцовой мышцы, имеющей зону без активного сосудистого питания.

Схожие дегенеративные изменения наблюдаются и при гистологическом исследовании биоптатов из зоны разрывов ахиллова сухожилия (Maffulli N. et al., 2011). Типичной локализацией таких разрывов является средняя порция сухожилия, что отчасти объясняется относительно меньшим кровоснабжением из малоберцовой артерии по сравнению с верхней и нижней порциями, которые получают питание из задней большеберцовой артерии. Но некоторые авторы отмечают, что это не может быть единственной причиной, и вероятность возникновения таких разрывов значительно увеличивается при наличии у пациента факторов, уменьшающих местные регенераторные возможности тканей, такие как курение, сахарный диабет, снижение интенсивности кровотока в нижних конечностях при сосудистой или сердечной патологии, системные заболевания, поражающие соединительную ткань (Chen T.M. et al., 2009).

Таким образом, можно выделить два основных местных фактора, которые могут приводить к дегенеративным изменениям в ткани любого сухожилия: хроническая механическая травматизация и зоны со сниженным кровоснабжением. В каждой из рассмотренных локализаций длительное действие этих факторов рано или поздно приводит к нарушению функции сухожилия. Оба этих фактора, как уже было упомянуто ранее, в той или иной мере присутствуют у пациентов с латеральным импинджмент-синдромом. На основе полученных данных можно сделать предположение, что для максимального сохранения функции сухожилий малоберцовых мышц важным является устранение сдавления

сухожилий на стадии острого воспаления, когда структурные изменения являются обратимыми и есть возможность вернуть сухожилиям не только механически правильное движение, но и создать условия для восстановления нормальной структуры на клеточном уровне.

4.5. Резюме

Подводя итог четвертой главы диссертационного исследования, следует сказать, что оперативное лечение пациентов с последствиями переломов пяточной кости в проспективной группе пациентов проводилось по алгоритму и включало в себя целый ряд компонентов, направленных на восстановление правильных соотношений в заднем отделе стопы, что, в свою очередь, позволяет восстановить хорошую функцию стопы в целом.

Изменение показателей по шкале у пациентов AOFAS в первые два года выглядело следующим образом: на сроке 3 месяца наблюдалось увеличение этого показателя в среднем на 25 баллов по сравнению с предоперационным показателем ($p=4 \cdot 10^{-6}$), на сроке 6 месяцев увеличение количества баллов по сравнению с оценкой в 3 месяца составило в среднем 15 баллов ($p=11 \cdot 10^{-6}$). Далее увеличение количества баллов было менее значительным: в период с 6 до 12 месяцев – 2 балла ($p=2,6 \cdot 10^{-3}$); в период с 12 до 18 месяцев – 8 баллов ($p=2,6 \cdot 10^{-3}$). Итоговое максимальное значение достигалось в срок 24 месяца и составило в среднем $86,7 \pm 6,6$ балла, при минимальном значении – 69 баллов, а максимальном – 92 балла.

Выявлена отрицательная корреляционная связь между возрастом пациентов и оценкой по шкале AOFAS ($R = -0,56$; $p \leq 0,002$) через 2 года после оперативного лечения, что может косвенно свидетельствовать о снижении регенераторных способностей мышечных и сухожильных структур заднего отдела стопы с возрастом.

Также было выявлено снижение болевого синдрома по ВАШ в зависимости от амплитуды тыльного сгибания в голеностопном суставе ($R = -0,43$; $p \leq 0,02$).

Обобщая анализ динамики изменения функционального состояния стопы после операций, связанных с последствиями переломов пяточной кости, следует сказать, что основной «скачок» наблюдался в первые 6 месяцев. И происходило это из-за устранения всех источников болевого синдрома и коррекции рентгенологических показателей, что позволяло пациенту приступать к активной реабилитации сразу после прекращения иммобилизации. Далее наблюдалась менее выраженная положительная динамика со стабилизацией показателей спустя 18-24 месяца, что может быть отмечено как срок окончательной оценки функциональных результатов у пациентов рассматриваемого профиля.

ГЛАВА 5

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ФУНКЦИИ СТОП И РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ
РЕТРОСПЕКТИВНОЙ И ПРОСПЕКТИВНОЙ
КЛИНИЧЕСКИХ ГРУПП**

5.1. Общая характеристика проведенных сравнений

После изложения и обсуждения особенностей техники и результатов выполнения операций у пациентов ретроспективной группы, а также описания созданного алгоритма и результатов его применения при лечении пациентов проспективной группы нами было проведено сравнение полученных результатов, чему и посвящена пятая глава диссертации.

Как уже неоднократно упоминалось ранее, к основному фактору, повлиявшему на результат оперативного лечения, мы отнесли значительную деформацию заднего отдела стопы, что подтвердилось в ходе статистического анализа полученных данных. Дальнейший анализ позволил нам установить пограничные значения показателей, отражающих различные аспекты деформации, повлиявшие на результат лечения.

Одним из основных стал угол инклинации таранной кости, что подтверждается обнаруженными нами корреляционными связями между этим показателем и оценкой по функциональной шкале AOFAS. Так для ретроспективной группы исследования $R=0,52$, при $p \leq 0,001$. Важность этого рентгенологического показателя также отмечают многие авторы, применяя его в своих исследованиях (Bednarz P.A., Beals T.C., Manoli A., 1997; Burton D.C., Olney B.W., Horton G.A., 1998; Trnka H.J. et al., – 2001; Chung H.-J., Bae S.-Y., Choo J.-W., 2014; Espinosa N., Vacas E., 2018).

Используя пограничное значение угла инклинации таранной кости, все пациенты ретроспективной группы исследования были разделены на две подгруппы: группа 2 и группа 3. В группу 2 вошло 77 человек, у которой угол инклинации таранной кости был выше $6,5^\circ$, соответственно остальные 23

пациента были отнесены в группу 3. Все пациенты из проспективной группы исследования были отнесены в группу 1. Таким образом, окончательное сравнение проводилось между тремя группами:

- в проспективной группе у всех пациентов с применением созданного алгоритма угол инклинации таранной кости был восстановлен – группа 1 (27 пациентов);
- пациенты ретроспективной группы, у которых было применено артродезирование подтаранного сустава *in situ*, так как угол инклинации был больше пограничного значения как до, так и после оперативного вмешательства (контрольная ретроспективная подгруппа) – группа 2 (77 пациентов);
- пациенты ретроспективной группы, в ходе оперативного лечения которых, угол инклинации таранной кости не был восстановлен (основная ретроспективная подгруппа) – группа 3 (23 пациента).

В следующих разделах данной главы представлены сравнения среднесрочных исходов лечения больных трех указанных групп, клинических и рентгенологических показателей оперированных стоп, а также некоторых важных периоперационных показателей. Эти сравнения позволили получить ответ на один из основных вопросов – возможно ли после коррекции значительной деформации заднего отдела стопы с применением разработанного алгоритма получить результаты сопоставимые с пациентами, у которых изначально была минимальная деформация.

5.2. Сравнительная оценка рентгенологических показателей пациентов проспективной, основной и контрольной ретроспективных подгрупп после операции

Как уже было сказано выше, оценка рентгенологических характеристик для данной патологии является одним из ключевых моментов, который позволяет объективно оценить степень нарушения анатомии заднего отдела стопы. Согласно дизайну нашего исследования, всем пациентам проводилась рентгенография стоп

в двух стандартных проекциях для голеностопного сустава и пяточной кости в аксиальной проекции с захватом костей голени.

Угол инклинации таранной кости является одной из самых важных рентгенологических характеристик, оцениваемых при планировании оперативного вмешательства. Уменьшение высоты пяточной кости, возникающее в результате перелома, приводит к уменьшению угла инклинации таранной кости, приближая положение таранной кости к горизонтальному, что увеличивает вероятность костного конфликта между передним краем большеберцовой кости и шейкой таранной кости. Это может вызывать болевой синдром в проекции суставной щели по передней поверхности и ограничение тыльного сгибания в голеностопном суставе вплоть до его полного отсутствия (Carr J.B., Hansen S.T., Benirschke S.K., 1988; Romash M.M., 1993; Clare M.P., Lee W.E., Sanders R.W., 2005; Chiang C.-C. et al., 2013). При выполнении артрорезирования подтаранного сустава *in situ* практически невозможно повлиять на этот показатель, что, как показал статистический анализ, приводит к снижению результатов оперативного лечения, особенно если значение угла меньше $6,5^\circ$.

Среднее значение угла инклинации таранной кости после операции в группе 1 составило $12,5 \pm 3,3^\circ$, в группе 2 – $13,2 \pm 3^\circ$. Между этими группами не выявлено статистически значимой разницы ($p=0,3$). Что позволяет сделать заключение, что применение алгоритма позволяет довести значение этого показателя до уровня пациентов, у которых не было значительной деформации до операции. В группе 3 среднее значение данного показателя составило $3,1 \pm 3^\circ$, что имело статистически значимую разницу по отношению к другим группам ($p<0,0001$). Это было закономерно, так как в эту группу, как было указано ранее, были отнесены пациенты, у которых было выполнено оперативное вмешательство без восстановления высоты заднего отдела стопы (рис. 43).

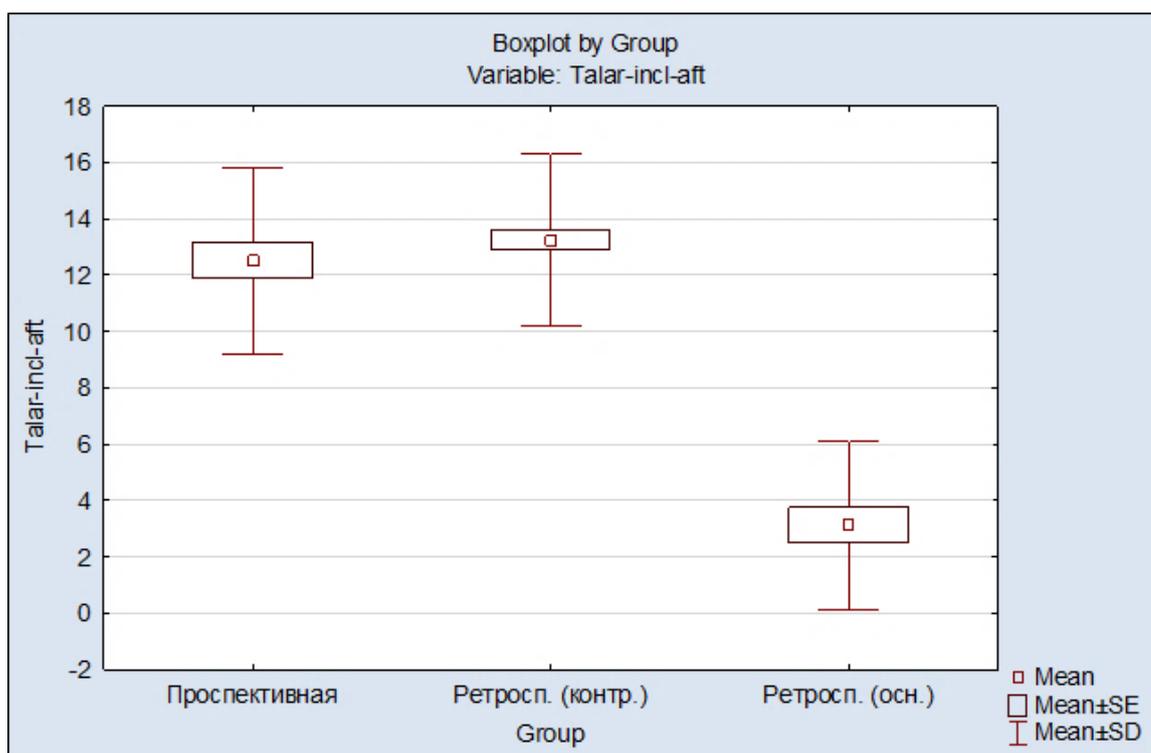


Рис. 43. Сравнение средних показателей угла инклинации таранной кости после оперативного лечения

Нормальные значения этого рентгенологического показателя имеют достаточно широкий диапазон – от 14 до 36°, диапазон средних значений колеблется от 21° до 24,5° (Steel M.W. et al., 1980; Yavuz U. et al., 2014).

Применяя один из первых алгоритмов лечения пациентов с исследуемой патологией, M. Clare с коллегами получили среднее значение угла инклинации таранной кости равное 14,7°, что согласуется с данными нашего анализа. Однако в их исследовании не было пациентов со значительным снижением высоты заднего отдела стопы, что приравнивает результат их группы к группе 2 нашего исследования (Clare M.P., Lee W.E., Sanders R.W., 2005). Что касается реконструктивных операций, то H.J. Chung, применяя артродезирование подтаранного сустава с дистракционным костным блоком, достиг среднего значения увеличения угла инклинации таранной кости на 5,1°, получив итоговое среднее значение в 18,6° (Chung H.-J., Bae S.-Y., Choo J.-W., 2014). Это значение является одним из самых больших, полученных с применением реконструктивных операций у данной категории пациентов.

Следует отметить, что само по себе артродезирование подтаранного сустава *in situ* может уменьшать угол инклинации таранной кости из-за уменьшения высоты заднего отдела при резекции суставных поверхностей. Это подтверждает исследование U. Yavuz, в котором уменьшение среднего значения этого показателя произошло с $18,7^\circ$ до $15,5^\circ$. Этот факт также следует учитывать при выборе оперативного вмешательства.

Другим важным рентгенологическим показателем для оценки данной группы пациентов является высота заднего отдела стопы. Этот показатель измерялся по рентгенограммам в боковой проекции стопы и представлял собой длину перпендикуляра, соединяющего горизонтальные линии, проходящие через самую нижнюю точку бугра пяточной кости и самую верхнюю точку блока таранной кости. Корреляционный анализ показал положительную корреляционную связь между углом инклинации таранной кости и значением высоты заднего отдела стопы. Итоговое среднее значение этого показателя в группе 1 составило $7,6 \pm 0,5$ см, в группе 2 – $7,6 \pm 0,5$ см. Статистически значимой разницы между этими группами не выявлено ($p=0,63$). В группе 3 итоговое среднее значение этого параметра составило $6,7 \pm 0,6$ см, что статистически значимо отличалось от показателей других групп ($p < 0,0001$) (рис. 44).

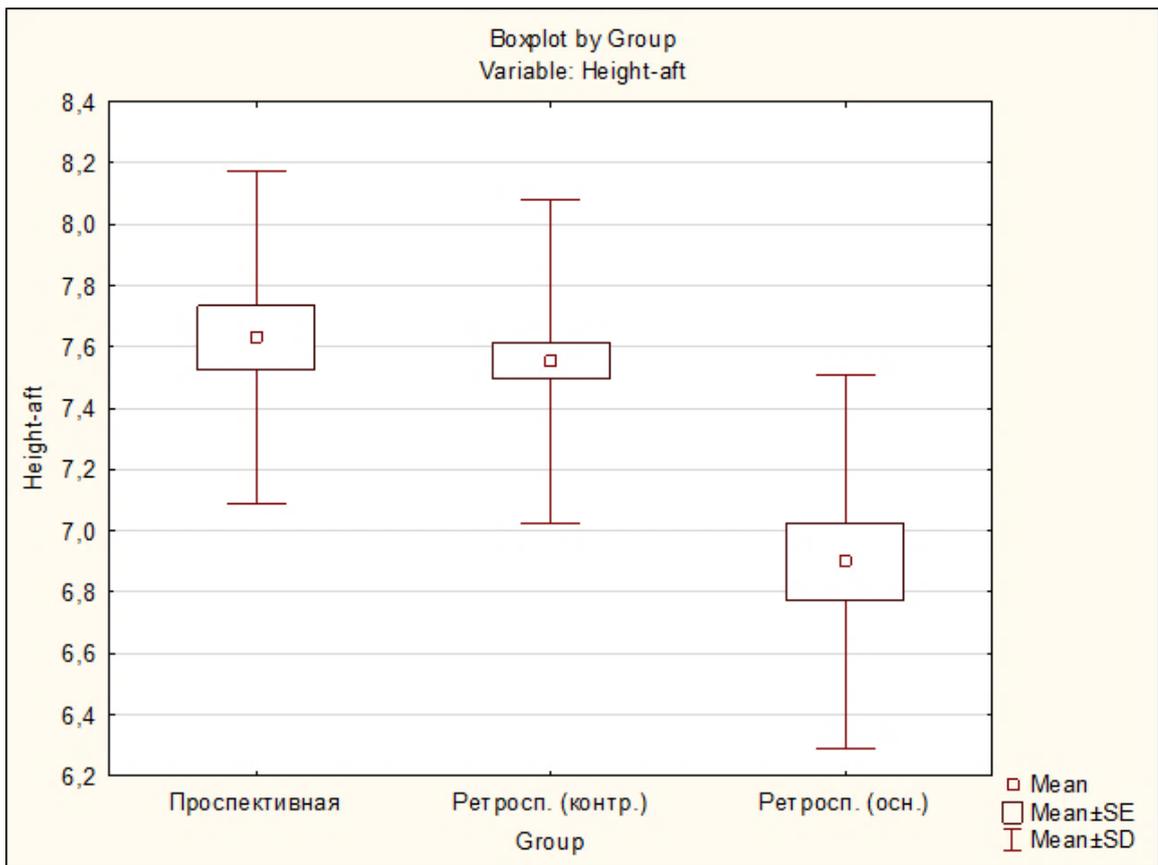


Рис. 44. Сравнение средних показателей высоты заднего отдела стопы после оперативного лечения

H.S. Lee с соавторами (2019) в своем исследовании отмечают ключевую роль восстановления высоты заднего отдела стопы в ходе реконструктивных операций, аргументируя это тем, что это позволит перевести таранную кость из горизонтального положения в более вертикальное, увеличить рычаг действия трехглавой мышцы голени. За счет поперечной остеотомии пяточной кости ему с коллегами удалось увеличить средний показатель высоты пяточной кости с $71,5 \pm 5,9$ мм до $78,4 \pm 2,7$ мм, что согласуется с данными, полученными в нашем исследовании.

Существуют исследования, в которых для восстановления высоты заднего отдела стопы в область подтаранного сустава помещали имплантат из пористого титана, при этом было получено увеличение среднего значения этого показателя с 63,7 мм до 71,8 мм. В этом исследовании у всех пациентов по данным лучевых

методов обследования наблюдалась костная интеграция в имплантат, и были получены хорошие функциональные результаты (Papadelis E.A. et al., 2015).

Как указано в разработанном нами алгоритме, в некоторых случаях требуется восстановление высоты заднего отдела без выполнения артрорезирования подтаранного сустава, что позволит достичь оптимального функционирования сустава в дальнейшем. Используя многокомпонентную остеотомию пяточной кости S. Rammelt смог восстановить среднее значение высоты заднего отдела с 68,8 до 78,0 мм (Rammelt S., Grass R., Zwipp H., 2013). В обсуждении полученных результатов он упоминает биомеханическое исследование V.J. Sangeorzan с соавторами, в котором при имитации перелома пяточной кости возникало перераспределение нагрузки в подтаранном суставе, значительно ускоряющее формирование посттравматического артроза (Sangeorzan V.J., Ananthakrishnan D., Tencer A.F., 1995). При этом авторы отмечают, что один из основных факторов – снижение высоты заднего отдела стопы. Это в очередной раз подтверждает, насколько важно оценивать этот параметр на рентгенограммах пациента и, при необходимости, выполнять оперативные вмешательства для его восстановления.

Следующий важный рентгенологический показатель используется для оценки взаимоотношений между задним, средним и передним отделами стопы. В зарубежной литературе он чаще обозначается как Meary angle, но, по сути, является углом между осью таранной кости и осью первой плюсневой кости, измеряемый по рентгенограммам в боковой проекции (Miniaci-Coxhead S.L. et al., 2017).

В группе 1 среднее послеоперационное значение этого угла составило $9,9 \pm 5,3^\circ$, в группе 2 – $8,9 \pm 4,3^\circ$. Статистически значимой разницы между показателями этих групп не выявлено ($p=0,4$). Группа 3 характеризовалась достаточно выраженным нарушением соотношений в таранно-ладьевидном суставе при среднем значении угла Meary $20,6 \pm 5^\circ$, это значение статистически значимо отличалось от других групп ($p < 0,0001$) (рис. 45).

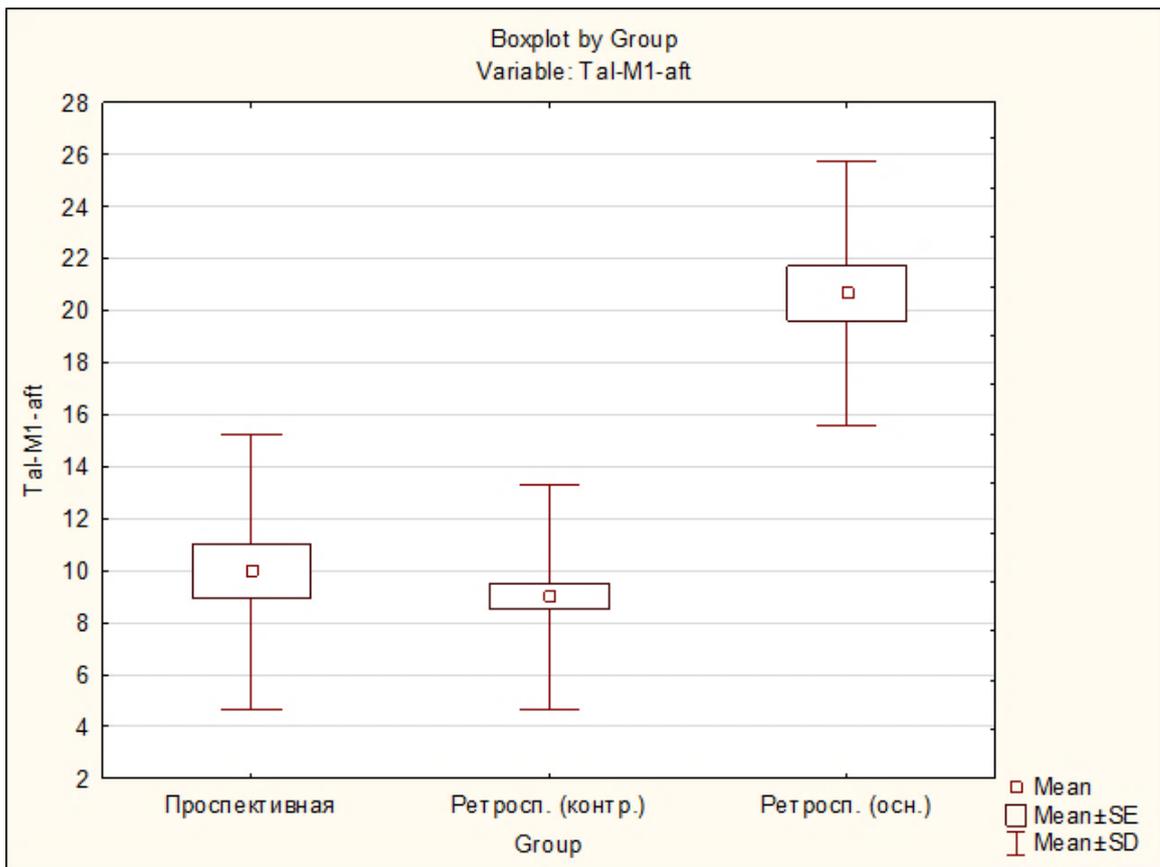


Рис. 45. Сравнение средних показателей угла между осью таранной и осью первой плюсневой кости (угол Meary) после оперативного лечения

При значительном увеличении этого угла изменяется распределение нагрузки в суставе Шопара из-за формирования подвывиха в таранно-ладьевидном суставе, что рано или поздно может привести к развитию артроза (Atkins R.M., 2014). Нормальные значения этого угла равны $\pm 4^\circ$, но полное его восстановление у пациентов с исследуемой патологией является очень сложной задачей, в некоторых случаях – невыполнимой.

Помимо этого, у пациентов всех групп на рентгенограммах в боковой проекции измеряли угол между осью пяточной и осью таранной костей. Данный показатель достаточно часто используется при оценке данной патологии, но в некоторых случаях пяточная кость настолько деформирована, что появляется значительный разброс при измерении этого показателя различными исследователями. Так в исследовании Н. Lee представлены измерения рентгенограмм одной группы пациентов тремя независимыми исследователями,

разброс предоперационного значения таранно-пяточного угла составил от $29,4 \pm 5,4^\circ$ до $33,5 \pm 7,4^\circ$, послеоперационного значения – от $30,5 \pm 5^\circ$ до $37,5 \pm 5,4^\circ$ (Lee H.S. et al., 2019). Такой значительный разброс делает этот показатель менее достоверным, чем рассмотренные выше. Но этот показатель все равно имеет свое место в комплексной оценке деформации заднего отдела стопы.

В группе 1 среднее послеоперационное значение этого угла составило $30,3 \pm 5,8^\circ$, в группе 2 – $31,3 \pm 5,1^\circ$. Статистически значимой разницы между показателями этих групп не выявлено ($p=0,3$). В группе 3 этот показатель составил $14,7 \pm 5,1^\circ$, что статистически значимо отличалось от других групп ($p<0,0001$) (рис. 46).

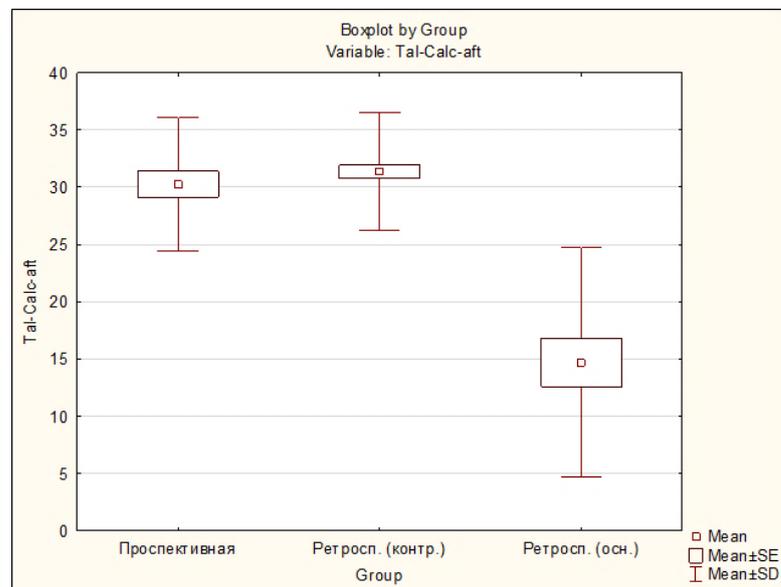


Рис. 46. Сравнение средних показателей угла между осью таранной и осью пяточной кости после оперативного лечения

Как видно из проведенных сравнений, применение созданного нами алгоритма позволило эффективно восстановить рентгенологические показатели в проспективной группе исследования. Следующим важным вопросом был: позволяет ли восстановление рентгенологических показателей добиться значительного улучшения клинично-функциональных результатов.

5.3. Сравнительная оценка функциональных результатов лечения пациентов проспективной, основной и контрольной ретроспективных подгрупп после операции

Среднее значение итогового объема тыльного сгибания в голеностопном суставе в группе 1 составило $10,4 \pm 4,4^\circ$, в группе 2 – $12,2 \pm 6,9^\circ$, различия между этими группами не были статистически значимыми ($p=0,1$). В группе 3 этот показатель составил $0,2 \pm 5,1^\circ$, различия с группой 1 и группой 2 были статистически значимыми ($p < 0,0001$) (рис. 47). Как уже было указано ранее, ограничение амплитуды тыльного сгибания в голеностопном суставе было одной из основных жалоб пациентов как в проспективной, так и в ретроспективной группах данного исследования, что не всегда было связано с выраженным болевым синдромом, но приводило к резкому ограничению спортивной и повседневной активности. Выполнение корригирующих остеотомий пяточной кости, использование дистракционных костных блоков, а также других вариантов реконструктивных операций, в первую очередь, было направлено на восстановление высоты заднего отдела стопы, выведения таранной кости из патологического горизонтального положения и соответственно увеличения объема тыльного сгибания.

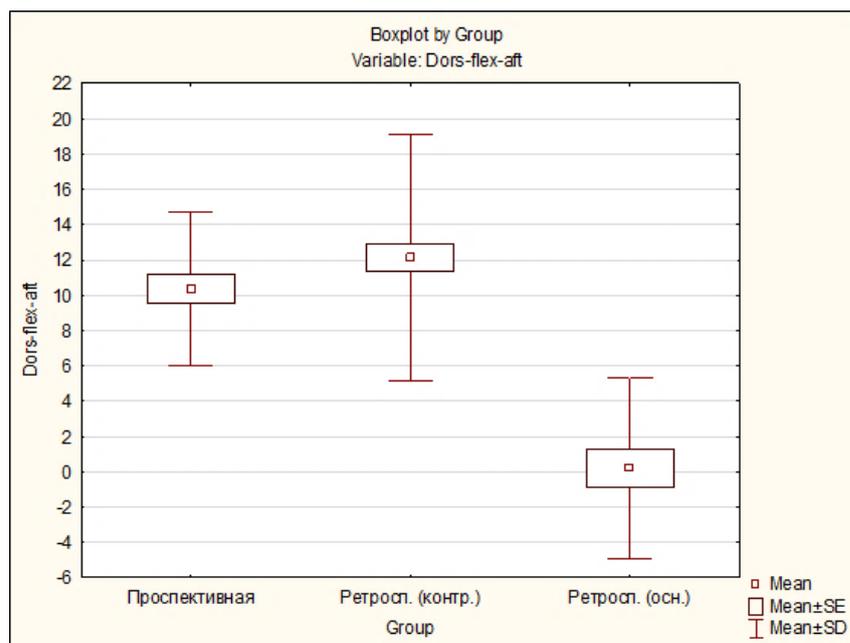


Рис. 47. Сравнение средних показателей объема тыльного сгибания в голеностопном суставе

Среднее значение итоговой оценки по шкале AOFAS в группе 1 составило $86,7 \pm 6,6$ балла, в группе 2 – $81,0 \pm 15,6$ балла, различия между этими группами не были статистическими значимыми ($p=0,23$). В группе 3 этот показатель составил $57,3 \pm 15,3$, различия с группой 1 и группой 2 были статистически значимыми ($p < 0,0001$) (рис. 48, 49).

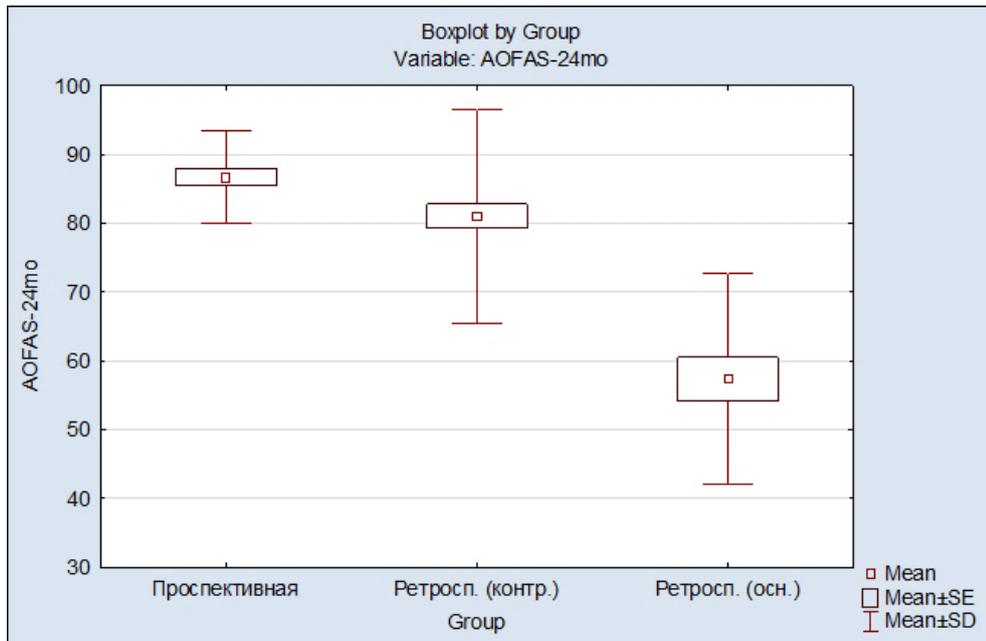


Рис. 48. Сравнение средних показателей по шкале AOFAS после оперативного лечения

Таким образом, было показано, что восстановление высоты заднего отдела стопы и угла инклинации таранной кости ведет к улучшению движений в голеностопном суставе. Полученные нами данные в значительной мере согласуются с данными других авторов. Так, в своем исследовании М.Р. Сларе получил среднее значение тыльного сгибания в голеностопном суставе, равное $11,7^\circ$ при среднем значении угла инклинации таранной кости – $14,7^\circ$, средняя оценка по шкале AOFAS составила 73,8 балла. Он также отмечает, что для достижения наилучших результатов в ходе оперативного лечения следует выполнять полноценную резекцию латеральной стенки пяточной кости, релиз в области пяточно-кубовидного сустава, убедиться в стабильности сухожилий малоберцовых мышц и максимально восстановить высоту заднего отдела стопы.

Практически половина пациентов в его исследовании жаловались на умеренную боль в латеральном отделе голеностопного сустава, что автор связывает с механической перегрузкой из-за отсутствия компенсаторного действия подтаранного сустава (Clare M.P., Lee W.E., Sanders R.W., 2005).

М. El-Soufy, выполняя артродезирование подтаранного сустава с дистракционным костным блоком, смог добиться увеличения средней оценки по шкале AOFAS с 22,0 до 75,7 баллов (Al-Ashhab M.E.A., 2013). G. Yu, применяя корригирующую остеотомию пяточной кости для устранения деформации заднего отдела, но сохраняя подтаранный сустав, добился увеличения с 28,9 до 85,9 балла (Yu G.-R. et al., 2013).

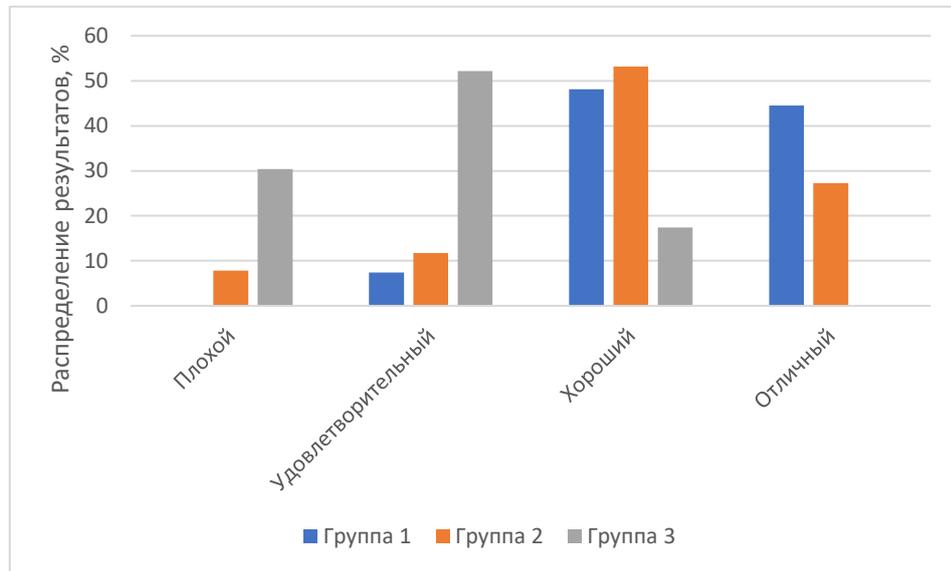


Рис. 49. Процентное распределение среднесрочных результатов лечения по шкале AOFAS в сравниваемых клинических группах

Среднее значение итоговой оценки по ВАШ в группе 1 составило $1,5 \pm 0,7$ балла, в группе 2 – $1,6 \pm 2$ балла, различия между этими группами не были статистически значимыми ($p=0,07$). В группе 3 этот показатель составил $4,3 \pm 1,8^\circ$, различия с группой 1 и группой 2 были статистически значимыми ($p < 0,0001$) (рис. 50).

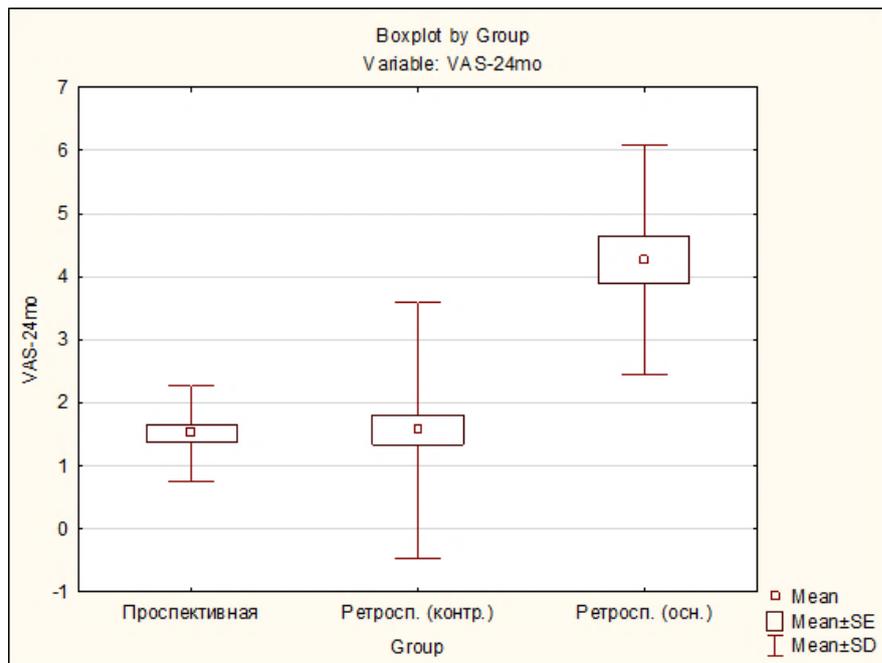


Рис. 50. Сравнение средних показателей по ВАШ после оперативного лечения

Показательным является то, что применение предложенного нами алгоритма позволило не только восстановить рентгенологические показатели пациентов, но и достигнуть функциональных результатов лечения, сопоставимых с пациентами, у которых изначально не было выраженной деформации заднего отдела стопы. И, как видно из проведенных сравнений, этот результат зависел от целого ряда факторов, что еще раз подчеркивает количество нюансов, которые нужно учитывать в ходе оперативного лечения пациентов с рассматриваемой патологией.

5.4. Осложнения при хирургическом лечении пациентов с последствиями переломов пяточной кости

Осложнения при хирургическом лечении последствий переломов пяточной кости, несмотря на прогресс современной ортопедии, остаются серьезной проблемой. Общая частота осложнений может достигать 13,3–16,2% (Thompson M.J., Roukis T.S., 2019).

Мы столкнулись с рядом осложнений, которые имели место у пациентов как проспективной, так и ретроспективной части исследования (табл. 20).

Таблица 20

Осложнения хирургического лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости проспективной и ретроспективной части исследования

Осложнения	Ретроспективная группа	Проспективная группа
Поверхностное нагноение	3 (3%)	1 (3,7%)
ГИОХВ	1 (1%)	0 (0%)
Боль, вызванная металлоконструкциями	5 (5%)	2 (7,4%)
Отсутствие сращения в области подтаранного сустава	3 (3%)	0 (0%)
Нейропатия икроножного нерва	2 (2%)	1 (3,7%)
Асептический некроз блока таранной кости	1 (1%)	0 (0%)
Всего	11 (11%)	3 (11,1%)

Между хирургами часто возникают споры об обоснованности и травматичности того или иного оперативного доступа в области заднего отдела стопы. Одним из наиболее жарко обсуждаемых является расширенный L-образный латеральный доступ к пяточной кости и подтаранному суставу. Ведь, хотя он и дает отличную визуализацию и полную свободу для манипуляций, многие ортопеды относятся к нему с осторожностью из-за возможности возникновения некрозов кожи с формированием значительных дефектов и инфекционных осложнений. Н.М. Stephens и R. Sanders в ходе применения своей классификации для лечения последствий переломов пяточной кости отметили возникновение поверхностной инфекции у 4% пациентов, при этом в их исследовании не было случаев глубокой инфекции (Stephens H.M., Sanders R.,

1996). М.Е. Al-Ashhab, применяя схожий протокол лечения, в своем исследовании отмечает возникновение поверхностной раневой инфекции у 18,18% пациентов, в каждом случае она возникала у курильщиков и была купирована в ходе регулярных перевязок и внутривенной антибиотикотерапии (Al-Ashhab M.E.A., 2013). М.Р. Clare, применяя классификацию Stephens-Sanders на достаточно большой группе исследования, отметил возникновение поверхностной инфекции у 24% пациентов, прогресс в глубокую инфекцию возник у 2%. Он также отмечает, что большинство случаев поверхностной инфекции возникли у курильщиков, хотя и не было получено статистически достоверной корреляционной связи.

Из-за такой значительной вероятности инфекционных осложнений нами было принято решение минимизировать использование расширенного L-образного латерального доступа у пациентов проспективной группы исследования (он был использован у одного пациента для удаления пластины и винтов после первичной операции металлоостеосинтеза). Для выполнения артрорезирования подтаранного сустава с дистракционным костным блоком вместо него был использован продольный срединный задний трансхиллярный доступ, при этом в проспективной группе нашего исследования поверхностная инфекция возникла у 3,7% пациентов, и не было случаев глубокой инфекции. У всех пациентов поверхностная инфекция не потребовала повторного оперативного вмешательства и была купирована в ходе регулярных перевязок и внутривенной антибиотикотерапии, поверхностная инфекция никак не повлияла на итоговый результат лечения.

Так как в ретроспективной группе в основном выполнялось артрорезирование подтаранного сустава *in situ*, расширенный L-образный доступ не применялся. Поверхностная инфекция была зафиксирована у 3% пациентов, у одного (1%) пациента она перешла в глубокую, что потребовало выполнения saniрующей операции, удаления металлоконструкций и иммобилизации в АВФ. Во всех случаях был достигнут костный анкилоз в области подтаранного сустава, инфекционный процесс купирован.

М.Р. Clare в том же исследовании сообщает о том, что у 7% пациентов не состоялся костный анкилоз в области подтаранного сустава, что потребовало выполнения реартродезирования, после чего анкилоз был достигнут (Clare M.P., Lee W.E., Sanders R.W., 2005). Также возможно замедленное сращение в области артродезирования до 6–8 месяцев, что может сопровождаться локальным отеком, гиперемией, умеренным болевым синдромом. Такие пациенты требуют наблюдения, а в некоторых случаях и выполнения компьютерной томографии для подтверждения сращения. В ретроспективной части нашего исследования у 3% пациентов отсутствовали признаки костного анкилоза, что приводило к формированию стойкого болевого синдрома, у 1% пациентов это также привело к потере коррекции и повторному формированию вальгусной деформации заднего отдела стопы. В проспективной группе исследования не было случаев несращения в области подтаранного сустава, однако у 2 пациентов (7,4%) при использовании значительного по размеру губчатого костного аллотрансплантата имелись признаки замедленного сращения вплоть до 10 месяцев с момента операции (костный анкилоз был подтвержден при выполнении компьютерной томографии) только на этом сроке.

Одним из частых осложнений был болевой синдром, вызванный выступающими частями металлоконструкций. Он наблюдался как в ретроспективной (5%), так и в проспективной (7,4%) группах исследования. Зачастую он был вызван головками канюлированных винтов, проведенных с подошвенной поверхности стопы, при контакте с обувью или полом. Реже он был вызван металлическими скобками, расположенными по латеральной поверхности, при ношении обуви с низким жестким краем. У каждого из пациентов проспективной группы было выполнено удаление выступающего винта после достижения костного анкилоза в области подтаранного сустава, после чего болевой синдром полностью исчез. У пациентов, у которых была выполнена фиксация скобками, не потребовалось удаление металлоконструкций, так как ношение более свободной, мягкой обуви полностью устранило дискомфорт.

Несомненно, к одним из самых грозных осложнений, возникающих при оперативных вмешательствах на заднем отделе стопы относится асептический некроз блока таранной кости. Общая частота возникновения этого осложнения в нашем исследовании составила 0,8%, но этот показатель, по данным литературы, может достигать 2-4% (Elmajee M. et al., 2019).

Коллапс блока таранной кости и развитие артроза голеностопного сустава могут происходить уже через несколько лет с момента оперативного вмешательства, что приведет к формированию значительного ограничения движений и стойкому болевому синдрому, а при полном некрозе и фрагментации блока – к необходимости выполнения большеберцово-пяточного артрореза.

Как после первоначальной травмы, так и после оперативного лечения пациент может предъявлять жалобы, связанные с патологией икроножного нерва (Rammelt S., Zwipp H., 2013). Она может проявляться болями, возникающими в покое, парестезиями, гиперестезиями, нарушением или полным отсутствием кожной чувствительности по латеральной поверхности стопы и в 5-м пальце. Причиной этого может служить вовлечение нерва в рубец, образовавшийся в результате травмы или травматизации в ходе хирургического вмешательства. У одного (3,7%) пациента проспективной группы исследования произошло повреждение икроножного нерва при доступе для выполнения медиализирующей остеотомии пяточной кости, что привело к гипестезии в зоне иннервации данного нерва, но пациента это не беспокоило и не повлияло на окончательный результат лечения. В ретроспективной группе нами было обнаружено 2 случая нейропатии (2%). Один из них проявлялся периодическими парестезиями, которые купировались медикаментозной терапией, второй проявлялся полным отсутствием кожной чувствительности, но у пациента это не вызывало неудобств в повседневной жизни и не потребовало какого-либо лечения.

Было показано, что операции, предполагающие реконструктивные вмешательства на заднем отделе стопы, сами по себе более травматичны и сложны с технической точки зрения по сравнению с изолированным артрорезированием подтаранного сустава *in situ*, что неминуемо приведет к

повышению вероятности возникновения осложнений. Но при соблюдении техники выполнения операции, наличии необходимого инструментария, тщательном предоперационном обследовании пациента можно минимизировать вероятность развития этих осложнений и достигнуть уровня, сопоставимого с не реконструктивными вмешательствами.

5.5. Положительные и отрицательные стороны при выполнении различных операций у пациентов с последствиями переломов пяточной кости

К преимуществам операции артродезирования подтаранного сустава *in situ* относятся:

- техническая простота выполнения, применение небольшого доступа, экономичная резекция суставных поверхностей, возможность удаления латерального остеофита пяточной кости без выполнения дополнительного доступа;

- возможность выполнения с применением стандартного инструментария, как уже говорилось, удаление суставных поверхностей можно выполнить остеотомом, для репозиции не требуется специального оборудования;

- нет необходимости в дополнительной костной пластике, после удаления суставных поверхностей возможно наличие минимального костного дефекта, для замещения которого достаточно резецированного фрагмента латеральной стенки пяточной кости;

- отсутствие необходимости в специальных металлоконструкциях, для фиксации можно применять практически любые винты (с полной или частичной резьбой, солидные или канюлированные, различного диаметра), используя различные схемы их проведения.

К недостаткам операции артродезирования подтаранного сустава *in situ* относятся:

- нет возможности коррекции значительной деформации заднего отдела стопы без использования дополнительных остеотомий или костных трансплантатов;

- возможность создания чрезмерной вальгусной установки пяточной кости, так как латеральный доступ предрасполагает к клиновидной резекции суставных поверхностей с основанием, направленным кнаружи.

Преимущества операций, направленных на восстановление анатомии заднего отдела стопы:

- возможность устранения всех компонентов деформации, возникших в момент перелома, что патогенетически обоснованно и позволяет учитывать все особенности анатомии и биомеханики заднего отдела стопы и, следовательно, позволяет восстановить правильную функцию стопы в целом;
- широкий спектр реконструктивных операций, позволяющий учитывая предоперационные показатели рентгенограмм, а также анатомические и биомеханические особенности стопы пациента, выбрать подходящий метод хирургического лечения;
- значимо лучший среднесрочный результат лечения по сравнению с пациентами, у которых не была выполнена коррекция грубой деформации заднего отдела стопы, что подтверждается полученными нами данными;
- сравнительно лучшая функция голеностопного сустава, увеличение угла инклинации таранной кости увеличивает объем тыльного сгибания и уменьшает вероятность возникновения переднего импинджмент-синдрома, что позволяет пациенту повысить уровень бытовой и спортивной активности.

Недостатки операций, направленных на восстановление анатомии заднего отдела стопы:

- относительная сложность оперативных вмешательств, требующих углубленных знаний анатомии и биомеханики стопы, а также более длительную кривую обучения для освоения соответствующих мануальных навыков.
- необходимость в специальном оборудовании – наилучших результатов реконструктивных операций зачастую можно добиться лишь с применением различных устройств для репозиции и временной фиксации

фрагментов, интраоперационного ЭОП-контроля и специальных металлоконструкций (в том числе и АВФ).

– более высокая стоимость лечения по сравнению с артродезированием *in situ*, связанная со стоимостью металлоконструкций и самих высокотехнологичных вмешательств.

В современной литературе описано множество различных модификаций как оперативных, так и консервативных методов лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости, у каждого из методов есть свои положительные и отрицательные стороны. Некоторые из этих методов имеют на данный момент лишь историческое значение, а некоторые еще требуют изучения и верификации эффективности.

Поэтому лечащий врач, учитывая все плюсы и минусы, должен выбрать подходящий для конкретного пациента метод, позволяющий с минимальными затратами пациента и врача получить наилучший результат лечения.

В нашем исследовании мы выявили ряд положительных и отрицательных сторон у разного вида операций. Так, операции резекционной артропластики, имея достоверно худшие окончательные результаты, позволяют добиться результат менее затратно, менее травматично и достичь более быстрой реабилитации. Операции, предполагающие пересечение первой плюсневой кости или артродез первого плюснеклиновидного сустава, более затратны по стоимости, более травматичны, сложны и требуют более длительной реабилитации.

У каждой из этих операций есть своя «ниша» в современной ортопедии, и делаться они должны только с учетом своих особенностей и строго по показаниям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для реализации цели диссертационного исследования были поставлены пять задач, сведения о решении которых последовательно представлены далее.

Для решения первой и второй задач был проведен анализ клинических, рентгенологических и функциональных результатов оперативного лечения 100 пациентов с последствиями переломов пяточной кости с целью выявления доли неудовлетворительных результатов, причин их возникновения, а также для определения зависимости клинического и функционального состояния стоп у данной группы пациентов от степени восстановления анатомических взаимоотношений. Все 100 пациентов были прооперированы в РНИИТО им. Р.Р. Вредена до начала исследования (2000–2016 гг.). Согласно дизайну исследования, у пациентов ретроспективной группы после оперативного лечения были получены данные при анализе рентгенограмм, проведен осмотр, опрос по шкале AOFAS, определена амплитуда движений в голеностопном суставе. При проверке на нормальность распределения количественных показателей (возраст, срок с момента с травмы до реконструктивной операции, срок с момента реконструктивной операции до осмотра, рентгенологических показателей, объема движений в голеностопном суставе, интенсивность болевого синдрома по ВАШ и результаты оценки по шкале AOFAS) с применением тестов Шапиро – Уилка, Колмогорова – Смирнова, Лилиефорса было выявлено, что все показатели имеют ненормальное распределение. Это определило использование непараметрических методов статистического анализа.

Доля субъективных неудовлетворительных результатов лечения составила 24%. Доверительный интервал составил 16,2–32,8% (расчет проводился с использованием углового преобразования Фишера). Такая значительная доля неудовлетворительных результатов обусловлена комплексом факторов, основным из которых, несомненно, являлся болевой синдром. Положение таранной кости и объем движений в голеностопном суставе являлись значимыми факторами, влияющими на вероятность возникновения боли, связанной с передним

импинджмент-синдромом. Это демонстрирует отрицательная корреляционная связь между объемом тыльного сгибания и интенсивностью болевого синдрома по ВАШ ($R = -0,65$; $p \leq 0,001$). Такое выраженное ограничение тыльного сгибания в ретроспективной группе данного исследования было связано с рядом факторов, таких как снижение высоты заднего отдела стопы, уменьшение угла инклинации таранной кости и уменьшение угла между осями пяточной и таранной костей. Так, имелась положительная корреляционная связь между объемом тыльного сгибания и значением угла инклинации таранной кости ($R = 0,63$; $p \leq 0,001$), а также между объемом тыльного сгибания и значением угла между осями пяточной и таранной костей ($R = 0,6$; $p \leq 0,001$).

Также был проведен анализ параметров отклонения положения бугра пяточной кости в сагиттальной плоскости с применением РЛУ для заднего отдела стопы, который выявил отрицательные корреляционные связи между этим показателем и следующими показателями:

- угол инклинации таранной кости ($R = -0,9$; $p \leq 0,001$);
- угол между осью таранной и осью пяточной костей ($R = -0,8$; $p \leq 0,001$);
- высота заднего отдела стопы ($R = -0,5$; $p \leq 0,0001$);
- объем тыльного сгибания в голеностопном суставе ($R = -0,63$; $p \leq 0,0001$);
- оценка по шкале AOFAS ($R = -0,5$; $p \leq 0,0001$).

Дальнейший статистический анализ показал, что пограничным значением угла инклинации таранной кости, то есть значением, которое разделит пациентов на группу с прогнозируемо плохим и пациентов с прогнозируемо хорошим результатами лечения, является значение в $6,5^\circ$. Данный анализ также показал, что наилучший прогнозируемый результат достигается при значении этого угла более $20,5^\circ$. Пограничное значение угла инклинации таранной кости позволило разделить всех пациентов ретроспективной группы на две подгруппы: основную (23 пациента), в которой значение исследуемого показателя было ниже пограничного, и контрольную (77 пациентов), в которой значение было больше пограничного.

Эти подгруппы были сопоставимы по полу, возрасту, типу травмы и методу первичного лечения, а также по сроку до реконструктивной операции. Подтверждая гипотезу о наличии критического значения угла инклинации таранной кости, данные подгруппы имели статистически значимую разницу результатов лечения.

При анализе влияния количества негативных факторов (как критических значений деформации заднего отдела, так и осложнений) на оценку по шкале AOFAS было выявлено, что у пациентов ретроспективной группы исследования, имеющих только один негативный фактор, среднее значение по шкале составило $65,8 \pm 12$ балла, у пациентов с двумя негативными факторами – $51,9 \pm 13,5$ балла, у пациентов с тремя факторами – 36 ± 4 балла. Это различие было статистически значимым ($p=0,0092$).

Обобщая данные о клинических и рентгенологических показателях у пациентов ретроспективной группы, следует указать, что на результат лечения влияет целый ряд факторов, многие из которых связаны между собой. Поэтому важной задачей оперативного лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости должно быть комплексное устранение всех источников болевого синдрома, а также устранение деформации заднего отдела с целью создания оптимальных условий для функционирования стопы в целом.

Для решения задачи 3 у 15 пациентов проспективной группы во время оперативного вмешательства выполнялась биопсия сухожилия короткой малоберцовой мышцы из двух зон — непосредственно из места сдавления и из вышележащих отделов, не подверженных сдавлению. Далее выполнялось гистоморфологическое исследование полученного материала.

При микроскопии в исследованном материале были выявлены повреждение коллагеновых волокон, неоваскуляризация, признаки воспаления с клеточной инфильтрацией, дегенерация с замещением волокнистой соединительной тканью. Степень выраженности данных процессов различалась при различной длительности патологического процесса, что позволило нам проанализировать

данные изменения в динамике. Корреляционный анализ полуколичественного морфометрического исследования показал, что имеется положительная корреляционная связь между длительностью процесса и выраженностью дегенеративных изменений ($R=0,65$, $p=0,04$). Выраженность воспаления имела прямую корреляционную связь со степенью васкуляризации ($R=0,83$, $p=0,003$).

Для решения четвертой задачи были использованы данные, полученные в ходе анализа литературы, а также статистической обработки данных, полученных при анализе клинических и рентгенологических показателей пациентов ретроспективной группы. Это позволило сформировать алгоритм лечения пациентов с последствиями переломов пяточной кости, позволяющий устранить во время оперативного лечения основные факторы, влияющие на болевой синдром и функциональные ограничения у пациентов рассматриваемого профиля. Этот алгоритм был далее применен в ходе лечения пациентов проспективной группы представленного исследования.

В проспективную группу были включены 27 пациентов (27 прооперированных стоп). Согласно дизайну исследования, у пациентов проспективной группы до оперативного лечения были получены данные рентгенограмм, проведен осмотр, опрос по шкале AOFAS, определена амплитуда движений в голеностопном суставе. При проверке на нормальность распределения количественных показателей, полученных при обследовании проспективной группы исследования, с применением тестов Лилиефорса, Колмогорова – Смирнова, Шапиро – Уилка было выявлено, что все показатели имеют ненормальное распределение. Изменение показателей по шкале AOFAS в первые два года выглядело следующим образом: на сроке 3 месяца было увеличение этого показателя в среднем на 25 баллов по сравнению с предоперационным показателем, это изменение было статистически значимым ($p=4 \cdot 10^{-6}$). Далее, на сроке 6 месяцев, в проспективной группе пациентов увеличение количества баллов по сравнению с оценкой в 3 месяца составило в

среднем 15 баллов ($p=11 \cdot 10^{-6}$). Это повышение было связано, в первую очередь, с прекращением иммобилизации и началом активной реабилитации.

Далее увеличение количества баллов было менее значительным: в период с 6 до 12 месяцев – 2 балла ($p=2,6 \cdot 10^{-3}$); а в период с 12 до 18 месяцев – 8 баллов ($p=2,6 \cdot 10^{-3}$). Итоговое максимальное значение достигалось в срок 24 месяца и составило в среднем $86,7 \pm 6,6$ балла при минимальном значении 69 баллов, а максимальном – 92 балла. Общее увеличение количества баллов по шкале AOFAS у пациентов проспективной группы составило 50 баллов. Доля субъективно неудовлетворительных результатов лечения составила 11,1% (доверительный интервал 2,2–25,3%).

Далее было проведено сравнение между тремя группами:

- в проспективной группе у всех пациентов с применением созданного алгоритма угол инклинации таранной кости был восстановлен – группа 1 (27 пациентов);
- пациенты ретроспективной группы, у которых было применено артродезирование подтаранного сустава *in situ*, так как угол инклинации был больше пограничного значения как до, так и после оперативного вмешательства (контрольная ретроспективная подгруппа) – группа 2 (77 пациентов);
- пациенты ретроспективной группы, в ходе оперативного лечения которых угол инклинации таранной кости не был восстановлен (основная ретроспективная подгруппа) – группа 3 (23 пациента).

Среднее значение угла инклинации таранной кости после операции в 1-й группе исследования составило $12,5 \pm 3,3^\circ$, во 2-й группе – $13,2 \pm 3^\circ$. Между этими группами не выявлено статистически значимой разницы ($p=0,3$). Что позволяет сделать заключение, что применение алгоритма позволяет довести значение этого показателя до уровня пациентов, у которых не было значительной деформации до операции. В группе 3 среднее значение данного показателя составило $3,1 \pm 3^\circ$, что имело статистически значимую разницу по отношению к другим группам ($p < 0,0001$). Это было закономерно, так как в эту группу, как было указано ранее,

были отнесены пациенты, у которых было выполнено оперативное вмешательство без восстановления высоты заднего отдела стопы

Среднее значение итоговой оценки по шкале AOFAS в группе 1 составило $86,7 \pm 6,6$ балла, в группе 2 – $81,0 \pm 15,6$ балла, различия между этими группами не были статистическими значимыми ($p=0,23$). В группе 3 этот показатель составил $57,3 \pm 15,3^\circ$, различия с группой 1 и группой 2 были статистически значимыми ($p < 0,0001$).

Среднее значение итоговой оценки по ВАШ в группе 1 составило $1,5 \pm 0,7$ балла, в группе 2 – $1,6 \pm 2$ балла, различия между этими группами не были статистическими значимыми ($p=0,07$). В группе 3 этот показатель составил $4,3 \pm 1,8^\circ$, различия с группой 1 и группой 2 были статистически значимыми ($p < 0,0001$).

Применение предложенного нами алгоритма позволило не только восстановить рентгенологические показатели пациентов, но и достигнуть функциональных результатов лечения, сопоставимых с пациентами, у которых изначально не было выраженной деформации заднего отдела стопы. И, как видно из проведенных сравнений, этот результат зависел от целого ряда факторов, что еще раз подчеркивает количество нюансов, которые нужно учитывать в ходе оперативного лечения пациентов с рассматриваемой патологией.

В ходе решения задачи 5 было показано, что операции, предполагающие реконструктивные вмешательства на заднем отделе стопы, сами по себе более травматичны и сложны с технической точки зрения по сравнению с изолированным артрорезированием подтаранного сустава *in situ*, что неминуемо приведет к повышению вероятности возникновения ошибок и осложнений. Но при соблюдении техники выполнения операции, наличии необходимого инструментария, тщательном предоперационном обследовании можно минимизировать вероятность развития этих осложнений и достигнуть уровня, сопоставимого с нереконструктивными вмешательствами.

В целом решение всех пяти задач нашего диссертационного исследования позволило реализовать его цель, обосновав и представив рациональные подходы к выбору тактик хирургического лечения профильных пациентов. Сделанные в результате проделанной работы выводы и практические рекомендации представлены далее.

ВЫВОДЫ

1. Артродезирование подтаранного сустава у пациентов ретроспективной клинической группы, проведенное без коррекции имеющихся деформаций или с минимальной их коррекцией (артродезирование *in situ*), приводило к неудовлетворительным среднесрочным результатам лечения в 13% случаев, а 24% пациентов не были полностью удовлетворены исходами выполненных операций. При этом наиболее частой причиной плохих исходов являлся выраженный болевой синдром, вызванный рядом различных причин: латеральный импинджмент-синдром – 26,7%, передний импинджмент-синдром – 24,4%, нестабильность сухожилий малоберцовых мышц – 15,6%, нестабильность металлоконструкции – 11,1%, наличие подошвенного остеофита – 6,7%, отсутствие костного сращения в зоне артродезирования – 6,7%, перерастяжение латерального капсульно-связочного аппарата заднего отдела стопы – 4,4%, артроз пяточно-кубовидного сустава – 2,2%, нейропатия икроножного нерва – 2,2%.

2. Важнейшими рентгенологическими критериями, определяющими среднесрочные результаты лечения профильных пациентов, являются углы инклинации таранной кости и отклонения бугра пяточной кости во фронтальной плоскости, восстанавливаемые в ходе проводимого оперативного лечения, а пограничными значениями для первого из этих показателей являются соответственно $6,5^\circ$ (меньше – неудовлетворительные исходы) и $20,5^\circ$ (больше – наилучшие исходы), а для второго – вальгусное отклонение $13,5^\circ$ (больше – плохие результаты).

3. Предложенный алгоритм выбора вариантов изолированного или сочетанного использования операций артродезирования подтаранного сустава и корригирующих остеотомий пяточной кости предполагает восстановление у пациентов изученного профиля правильных взаимоотношений костных структур в заднем отделе стопы, учитывает установленные рентгенологические критерии и выявленные причины сохранения болевого синдрома после оперативного лечения, а его использование в клинической практике позволяет достигнуть

клинико-функциональных результатов, сопоставимых с таковыми у пациентов с изначальным отсутствием выраженной деформации заднего отдела стопы.

4. Разработанный и успешно апробированный в клинике новый способ смещения фрагментов пяточной кости после выполнения остеотомии, на который получен патент РФ на изобретение №2661705, позволяет упростить выполнение указанной операции у пациентов изученного профиля и надежно фиксировать костные фрагменты в правильном положении.

5. С течением времени в сухожилиях малоберцовых мышц при повреждении их сросшейся в неправильном положении пяточной костью наблюдаются определенные патологические изменения, причем на ранних сроках (до 6 месяцев) преобладают воспалительные изменения с резко выраженной неоваскуляризацией, а в более позднем периоде (от 6 до 24 месяцев) отмечаются отсутствие или минимальные признаки воспаления при наличии выраженных нарушений структуры сухожилий за счет их рубцового перерождения. При этом выявлены прямые корреляционные связи между выраженностью воспаления и степенью васкуляризации сухожилий ($R=0,83$, $p=0,003$), а также между длительностью процесса и выраженностью дегенеративных изменений в сухожилиях малоберцовых мышц ($R=0,65$, $p=0,04$).

6. В ретроспективной группе пациентов, которым выполнялся артродез подтаранного сустава *in situ*, общая частота развития осложнений была такой же (11%), как и в проспективной группе больных (11,1%), перенесших реконструктивные операции на заднем отделе стопы, а большинство осложнений относились к хирургическому доступу (соответственно 3% и 3,7%) и использованным металлоконструкциям (соответственно 5% и 7,4%), что в целом свидетельствует об отсутствии повышения риска развития указанных осложнений при выполнении сравнительно более сложных хирургических вмешательств.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для полноценной диагностики состояния заднего отдела стопы у пациентов с последствиями переломов пяточной кости и обоснованного планирования у них предстоящей операции следует выполнять рентгенографию стоп с нагрузкой и учитывать все референтные линии: как в сагиттальной, так и во фронтальной плоскостях.

2. При планировании оперативного лечения пациентов изученного профиля следует оценивать все компоненты имеющихся деформаций, в том числе состояние и положение сухожилий малоберцовых мышц относительно правильной их позиции, а также наличие невропатии икроножного нерва, а при необходимости – проводить реконструктивное хирургическое лечение не только на костях, но и на мягкотканых структурах.

3. Учитывая дегенеративные изменения, происходящие у профильных пациентов в сухожилиях малоберцовых мышц при их травматизации фрагментами пяточной кости, следует выполнять оперативное лечение в кратчайшие сроки, не допуская развития в них необратимых изменений. При этом следует учитывать, что в тех случаях, когда эти сроки упущены, результаты оперативного лечения уже не зависят от срока выполнения реконструктивной операции.

4. При смещении остеотомированных фрагментов пяточной кости в ходе рассмотренных реконструктивных операций целесообразно использовать предложенный нами способ, позволяющий облегчить этот этап вмешательства и надежно фиксировать костные фрагменты в правильном положении.

5. При планировании и выполнении реконструктивных операций у профильных пациентов следует стремиться исправить все компоненты деформаций для максимально полного восстановления анатомических взаимоотношений в заднем отделе стопы, так как усложнение хирургического вмешательства не приводит к росту числа вероятных осложнений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахтямов, И.Ф. Послеоперационная реабилитация больных с переломами пяточной кости при чрескостном остеосинтезе по Илизарову / И.Ф. Ахтямов // Гений ортопедии. – 2003. – Т. 4, № 1. – С. 76–79.
2. Ачкасов, Е.Е. Повреждения сухожилий малоберцовых мышц у спортсменов / Е.Е. Ачкасов, А.П. Середа, А.Д. Репетюк // Травматология и ортопедия России. – 2016. – Т. 22, № 4. – С. 146–154.
3. Патент РФ на изобретение № 2463011 Способ лечения переломов пяточной кости и их последствий / Барабаш А.П., Барабаш Ю.А., Кауц О.А., Мухамадеев А.А. – заявл. 19.07.2011; опубл. 10.10.2012, бюл. №28.
4. Батиепов, Н.Д. Лечение внутрисуставных переломов пяточной кости / Н.Д. Батиепов, К.Т. Оспанов, А.К. Балгынбаев // Травматология и ортопедия России. – 2006. – Т. 40, № 2. – С. 36.
5. Дулаев, А.К. Анализ результатов лечения внутрисуставных переломов пяточной кости с применением пластин с угловой стабильностью винтов / А.К. Дулаев, С.А. Борисов, А.Н. Богданов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2006. – Т. 40, № 2. – С. 101.
6. Зейналов, В.Т. Комплексное хирургическое лечение, как метод коррекции многокомпонентной деформации стопы на фоне посттравматических деформаций пяточной кости / В.Т. Зейналов, А.С. Самков, А.А. Карданов [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2017. – Т. 30, № 4. – С. 17–26.
7. Золотов, А.С. Закрытая репозиция компрессионного перелома пяточной кости / А.С. Золотов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2005. – № 4. – С. 29–32.
8. Корышков, Н.А. Лечение переломов пяточной кости с применением устройства для репозиции отломков / Н.А. Корышков, С.М. Платонов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2005. – № 4. – С. 33–35.
9. Корячкин, В.А. Комплексный регионарный болевой синдром / В.А.

Корячкин // Травматология и ортопедия России. – 2014. – № 3. – С. 147–156.

10. Купитман, М.Е. Результаты и перспективы развития способов оперативного лечения переломов пяточной кости / М.Е. Купитман, М.К. Атманский, М.К. Черников [и др.] // Гений ортопедии. – 2013. – № 2. – С. 22–26.

11. Мирошникова, Е.А. Лечение больных с отдаленными последствиями переломов пяточной кости : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Е.А. Мирошникова. – М., 2009. – 16 с.

12. Платонов, С.М. Лечение осложнений переломов пяточной кости / С.М. Платонов, Н.А. Корышков // Травматология и ортопедия России. – 2006. – Т. 40, № 2. – С. 236–237.

13. Прохоренко, В.М. Опыт хирургического лечения пациентов с оскольчатыми чрессуставными переломами пяточной кости со смещением фрагментов / В.М. Прохоренко, И.А. Пахомов, М.А. Садовой, И.А. Кирилова // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2008. – № 3. – С. 14–18.

14. Скороглядов, А.В. Диагностика и лечение повреждений и заболеваний ложа сухожилий малоберцовых мышц при последствиях повреждений заднего отдела стопы / А.В. Скороглядов, Г.В. Коробушкин, Е.А. Мирошникова // Вестник российского государственного медицинского университета. – 2007. – Т. 58, № 5. – С. 26–30.

15. Соломин, Л.Н. Анализ и планирование коррекции деформаций заднего отдела стопы в сагиттальной плоскости / Л.Н. Соломин, К.А. Уханов, Е.П. Сорокин, Д. Херценберг [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2017. – Т. 1, № 23. – С. 23–32.

16. Телицын, П.Н. Компьютерно-томографическая диагностика переломов пяточной кости / П.Н. Телицын, А.И. Габулян, Н.Г. Жила // Дальневосточный медицинский журнал. – 2004. – № 1. – С. 14–16.

17. Тихилов, Р.М. Современные аспекты лечения последствий переломов костей заднего отдела стопы / Р.М. Тихилов, Н.Ф. Фомин, Н.А. Корышков, В.Г. Емельянов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2009. – № 2. – С. 144–149.

18. Тошев, Б.Р. Механизм развития и лечение пациентов с последствиями внутрисуставных переломов пяточной кости / Б.Р. Тошев, Ш.Ш. Шамраев // Гений ортопедии. – 2009. – № 1. – С. 37–40.
19. Федоров, В.Г. Подтаранный артродез (фрезевой метод) способ лечения импрессионных переломов пяточной кости / В.Г. Федоров // Уральский медицинский журнал. – 2010. – Т. 69, № 4. – С. 80–82.
20. Шлаганов, Е.А. Лечение переломов пяточной кости методом чрескостного остеосинтеза при производственном и бытовом травматизме / Е.А. Шлаганов, Е.А. Лебединцев, Г.М. Медведев, И.Е. Шлаганов // Экология человека. – 2006. – № 3. – С. 56–60.
21. Якимов, Л.Я. Оскольчатые внутрисуставные переломы пяточной кости / Л.Я. Якимов // Вестник хирургии им. И. И. Грекова. – 1988. – Т. 9, № 1. – С. 77–79.
22. Ярыгин, Н.В. Изучение клинометрических свойств русифицированных версий шкал и вопросников для оценки функционального состояния и качества жизни пациентов с переломами голеностопного сустава / Н.В. Ярыгин, М.Э. Вискара, С.А. Гурина, Э.В. Зимина // Хирург. – 2011. – № 4. – С. 21–32.
23. Adachi, N. Superior Retinaculoplasty for Recurrent Dislocation of Peroneal Tendons / N. Adachi [et al.] // Foot Ankle Int. – 2006. – Vol. 27, N 12. – P. 1074–1078.
24. Ågren, P.-H. Post-traumatic in situ fusion after calcaneal fractures: A retrospective study with 7–28 years follow-up / P.-H. Ågren [et al.] // Foot Ankle Surg. – 2015. – Vol. 21, N 1. – P. 56–59.
25. Al-Ashhab, M.E.A. Treatment for calcaneal malunion / M.E.A. Al-Ashhab // Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol. – 2013. – Vol. 23, N 8. – P. 961–966.
26. Aly, T. Management of Valgus Extra-articular Calcaneus Fracture Malunions with a Lateral Opening Wedge Osteotomy / T. Aly // J. Foot Ankle Surg. – 2011. – Vol. 50, N 6. – P. 703–706.
27. Athavale, S.A. Internal architecture of calcaneus: Correlations with mechanics and pathoanatomy of calcaneal fractures / S.A. Athavale, S.D. Joshi, S.S. Joshi // Surg. Radiol. Anat. – 2010. – Vol. 32, N 2. – P. 115–122.

28. Atkins, R.M. The treatment of calcaneal malunion / R.M. Atkins // *Foot Ankle Clin.* – 2014. – Vol. 19, N 3. – P. 521–540.
29. Backes, M. Indications for Implant Removal Following Intra-articular Calcaneal Fractures and Subsequent Complications / M. Backes [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2013. – Vol. 34, N 11. – P. 1521–1525.
30. Beck, E. Operative Treatment of Recurrent Dislocation of the Peroneal Tendons / E. Beck // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 1981. – Vol. 98, N 4. – P. 247–250.
31. Bednarz, P.A. Subtalar distraction bone block fusion: an assessment of outcome / P.A. Bednarz, T.C. Beals, A. Manoli // *Foot Ankle Int.* – 1997. – Vol. 18, N 12. – P. 785–791.
32. Bell, C. Statistics of operations in Mr. Bell's ward / C. Bell // *Edinburgh Med. J.* – 1882. – Vol. 27. – P. 1100.
33. Benirschke, S.K. Extensive intraarticular fractures of the foot. Surgical management of calcaneal fractures / S.K. Benirschke, B.J. Sangeorzan // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1993. – N 292. – P. 128–34.
34. Bèzes, H. The operative treatment of intraarticular calcaneal fractures. Indications, technique, and results in 257 cases / H. Bèzes, P. Massart, D. Delvaux [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1993. – N 290. – P. 55–59.
35. Bhattacharya, R. Sanders classification of fractures of the os calcis. An analysis of inter- and intra-observer variability/ R. Bhattacharya, U.T. Vassan, P. Finn, A. Port // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2005. – Vol. 87, N 2. – P. 205–208.
36. Bohler, L. Diagnosi, pathology and treatment of fractures of os calcis / L. Bohler // *J. Bone Joint Surg.* – 1931. – Vol. 13. – P. 6–9.
37. Braly, W.G. Lateral decompression for malunited os calcis fractures / W.G. Braly, J.O. Bishop, H.S. Tullos // *Foot Ankle.* – 1985. – Vol. 6, N 2. – P. 90–96.
38. Buckley, R. Operative Compared with Nonoperative Treatment of Displaced Intra-Articular Calcaneal Fractures: A Prospective, Randomized, Controlled Multicenter Trial / R. Buckley, S. Tough, R. McCormack, G. Pate [et al.] // *J. Bone Joint Surg Am.* – 2002. – Vol. 84, N 1. – P. 1733–1744.
39. Buckley, R. Open Reduction and Internal Fixation Compared With ORIF and

Primary Subtalar Arthrodesis for Treatment of Sanders Type IV Calcaneal Fractures / R. Buckley, R. Leighton, D. Sanders [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2014. – Vol. 28, N 10. – P. 577–583.

40. Burdeaux, B.D. Intra-articular fractures of the calcaneus / B.D. Burdeaux // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1990. – Vol. 72, N 6. – P. 946.

41. Burton, D.C. Late Results of Subtalar Distraction Fusion / D.C. Burton, B.W. Olney, G.A. Horton // *Foot Ankle Int.* – 1998. – Vol. 19, N 4. – P. 197–202.

42. Carr, J.B. Subtalar Distraction Bone Block Fusion for Late Complications of Os Calcis Fractures / J.B. Carr, S.T. Hansen, S.K. Benirschke // *Foot Ankle.* – 1988. – Vol. 9, N 2. – P. 81–86.

43. Ceccarelli, F. Is There a Relation between AOFAS Ankle-Hindfoot Score and SF-36 in Evaluation of Achilles Ruptures Treated by Percutaneous Technique? / F. Ceccarelli, F. Calderazzi, G. Pedrazzi // *J. Foot Ankle Surg.* – 2014. – Vol. 53, N 1. – P. 16–21.

44. Chan, S.C. Subtalar arthrodesis with interposition tricortical iliac crest graft for late pain and deformity after calcaneus fracture / S.C. Chan, I.J. Alexander // *Foot Ankle Int.* – 1997. – Vol. 18, N 10. – P. 613–615.

45. Chandler, J.T. Results of in Situ Subtalar Arthrodesis for Late Sequelae of Calcaneus Fractures / J.T. Chandler, S.K. Bonar, R.B. Anderson, W.H. Davis [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 1999. – Vol. 20, N 1. – P. 18–24.

46. Chen, T.M. The arterial anatomy of the Achilles tendon: Anatomical study and clinical implications / T.M. Chen, W.M. Rozen, W.R. Pan [et al.] // *Clin. Anat.* – 2009. – Vol. 22, N 3. – P. 377–385.

47. Chiang, C.-C. Subtalar Distraction Arthrodesis Using Fresh-Frozen Allogeneic Femoral Head Augmented With Local Autograft / C.-C. Chiang, Y.H. Tzeng, C.F. Lin [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2013. – Vol. 34, N 4. – P. 550–556.

48. Chung, H.-J. Mid-Term Follow Up Results of Subtalar Distraction Arthrodesis Using a Double Bone-Block for Calcaneal Malunion / H.-J. Chung, S.-Y. Bae, J.-W. Choo // *Yonsei Med. J.* – 2014. – Vol. 55, N 4. – P. 1087.

49. Clare, M.P. Intermediate to long-term results of a treatment protocol for calcaneal

- fracture malunions / M.P. Clare, W.E. Lee, R.W. Sanders // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2005. – Vol. 87, N 5. – P. 963–973.
50. Clare, M.P. Managing Complications of Calcaneus Fractures / M.P. Clare, W.S. Crawford // *Foot Ankle Clin.* – 2017. – Vol. 22, N 1. – P. 105–116.
51. Clark, L.G. Fracture of the os calcls / L.G. Clark // *Lancet.* – 1855. – Vol. 1. – P. 403.
52. Conn, H.R. The treatment of fractures of the os calcis / H.R. Conn // *J. Bone Joint Surg.* – 1935. – Vol. 17, N 1. – P. 392–405.
53. Cotton, F.J. Old os calcis fractures / F.J. Cotton // *Ann Surg.* – 1921. – Vol. 74. – P. 294–303.
54. Coughlin, M.J. Calcaneal fractures in the industrial patient / M.J. Coughlin // *Foot Ankle Int.* – 2000. – Vol. 21, N 11. – P. 896–905.
55. Coughlin, M.J. Mann's surgery of the foot and ankle / M.J. Coughlin, C.L. Saltzman, R.B. Anderson. – Philadelphia, PA : Saunders/Elsevier, 2014. – P. 1905–2186.
56. Crosby, L.A. Computerized tomography scanning of acute intra-articular fractures of the calcaneus. A new classification system / L.A. Crosby, T. Fitzgibbons // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1990. – Vol. 72, N 6. – P. 852–859.
57. Csizy, M. Displaced intra-articular calcaneal fractures: variables predicting late subtalar fusion / M. Csizy, R. Buckley, S. Tough [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2003. – Vol. 17, N 2. – P. 106–112.
58. Das De, S. A repair operation for recurrent dislocation of peroneal tendons / S. Das De, P. Balasubramaniam // *J. Bone Joint Surg Br.* – 1985. – Vol. 67, N 4. – P. 585–587.
59. Davies, M.B. A comprehensive review of subtalar arthrodesis / M.B. Davies [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2007. – Vol. 28, N 3. – P. 295–297.
60. Dayton, P. Anatomic, Vascular, and Mechanical Overview of the Achilles Tendon / P. Dayton // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* – 2017. – Vol. 34, N 2. – P. 107–113.
61. Dennyson, W.G. Subtalar arthrodesis by cancellous grafts and metallic internal fixation / W.G. Dennyson, G.E. Fulford // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1976. – Vol. 58, N

4. – P. 507–10.

62. Dijk, C.N. A 2-portal endoscopic approach for diagnosis and treatment of posterior ankle pathology / C.N. van Dijk, P.E. Scholten, R. Krips // *Arthrosc. J. Arthrosc. Relat. Surg.* – 2000. – Vol. 16, N 8. – P. 871–876.

63. Dijk, van P.A. Peroneal tendons well vascularized: results from a cadaveric study / P.A. van Dijk, F.X. Madirolas, A. Carrera [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2016. Vol. 24, N 4. – P. 1140–1147.

64. Dijk, van P.A. Return to sports and clinical outcomes in patients treated for peroneal tendon dislocation: a systematic review / P.A. van Dijk, A.L. Gianakos, G.M. Kerkhoffs, J.G. Kennedy // *Knee Surg., Sport. Traumatol. Arthrosc.* – 2016. – Vol. 24, N 4. – P. 1155–1164.

65. Dwyer, F. Osteotomy of the calcaneum for pes cavus / F. Dwyer // *J. Bone Joint Surg. Br.* – Vol. – 1959. – Vol. 41, N 1. – P. 80.

66. Dwyer, F. Osteotomy of the calcaneus in the treatment of grossly everted feet, with special reference to cerebral palsy // *J. Bone Joint Surg. Inc.* – 1961. – Vol. 43, N 2. – P. 300–301.

67. Easley, M.E. Isolated subtalar arthrodesis / M.E. Easley, H.J. Trnka, L.C. Schon, M.S. Myerson // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2000. – Vol. 82, N 5. – P. 613–624.

68. Eastwood, D.M. Intra-articular fractures of the calcaneum. Part II: Open reduction and internal fixation by the extended lateral transcalcaneal approach / D.M. Eastwood, V.G. Langkamer, R.M. Atkins // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1993. – Vol. 75, N 2. – P. 189–195.

69. Elmajee, M. The Effectiveness of Surgical Interventions in the Management of Malunited Calcaneal Fractures: A Systematic Review / M. Elmajee, T. Williams, W. Ben-Nafa [et al.] // *J. Foot Ankle Surg.* – 2019. – Vol. 58, N 1. – P. 127–136.

70. Espinosa, N. Subtalar Distraction Arthrodesis / N. Espinosa, E. Vacas // *Foot Ankle Clin.* – 2018. – Vol. 23, N 3. – P. 485–498.

71. Essex-Lopresti, P. The mechanism, reduction technique, and results in fractures of the os calcis / P. Essex-Lopresti // *Br. J. Surg.* – 1952. – Vol. 39, N 157. – P. 395–419.

72. Fan, W.-L. Subtalar Distraction Osteogenesis for Posttraumatic Arthritis Following Intra-Articular Calcaneal Fractures / W.-L. Fan, H.Z. Sun, S.Y. Wu, A.M. Wang // *Foot Ankle Int.* – 2013. – Vol. 34, N 3. – P. 398–402.
73. Flemister, A.S. Subtalar arthrodesis for complications of intra-articular calcaneal fractures / A.S. Flemister, A.F. Infante, R.W. Sanders, A.K. Walling // *Foot Ankle Int.* – 2000. – Vol. 21, N 5. – P. 392–399.
74. Frey, C. Arthroscopy of the subtalar joint / C. Frey, S. Gasser, K. Feder // *Foot Ankle Int.* – 1994. – Vol. 15, N 8. – P. 424–428.
75. Gallie, W.E. Subastragalar arthrodesis in fractures of the os calcis / W.E. Gallie // *J. Bone Joint. Surg Am.* – 1943. – Vol. 25. – P. 731–736.
76. Gallino, R.M. The outcome of displaced intra-articular calcaneal fractures that involve the calcaneocuboid joint / R.M. Gallino, A.C. Gray, R.E. Buckley // *Injury.* – 2009. – Vol. 40, N 2. – P. 146–149.
77. Gardner, E. The innervation of the joints of the foot / E. Gardner, D.J. Gray // *Anat. Rec.* – 1968. – Vol. 161, N 2. – P. 141–148.
78. Gleich, A. Beitrag zur operativen plattfussbehandlung / A. Gleich // *Arch. Klin. Chir.* – 1893. – Vol. 46, N 1. – P. 383–388.
79. Golanó, P. Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay / P. Golanó, J. Vega, P.A. de Leeuw [et al.] // *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.* – 2016. – Vol. 24, N 4. – P. 944–956.
80. Goncalves-Neto, J. Changes in collagen matrix composition in human posterior tibial tendon dysfunction / J. Goncalves-Neto // *Joint Bone Spine.* – 2002. – Vol. 69. – P. 189–194.
81. Greene, D.L. Anatomic study of the medial neurovascular structures in relation to calcaneal osteotomy / D.L. Greene [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2001. – Vol. 22, N 7. – P. 569–571.
82. Griffin, D. Operative versus non-operative treatment for closed, displaced, intra-articular fractures of the calcaneus: randomised controlled trial / D. Griffin, N. Parsons, E. Shaw [et al.] // *BMJ.* – 2014. – Vol. 349. – P. g4483.
83. Guelfi, M. Anatomy, pathophysiology and classification of posterior tibial tendon

- dysfunction / M. Guelfi, A. Pantalone, R.M. Mirapeix [et al.] // *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* – 2017. – Vol. 21, N 1. – P. 13–19.
84. Harty, M. Anatomic considerations in injuries of the calcaneus / M. Harty // *Orthop. Clin. North Am.* – 1973. – Vol. 4, N 1. – P. 179–183.
85. Hashimoto, T. Pathologic Evidence of Degeneration as a Primary Cause of Rotator Cuff Tear / T. Hashimoto, K. Nobuhara, T. Hamada // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2003. – Vol. 415. – P. 111–120.
86. Henning, C. Comparative study of subtalar arthrodesis after calcaneal fracture malunion with autologous bone graft or freeze-dried xenograft / C. Henning, G. Poglia, M.A. Leie, C.R. Galia // *J. Exp. Orthop.* – 2015. – Vol. 2, N 1. – P. 10.
87. Hildebrand, K.A. Functional outcome measures after displaced intra-articular calcaneal fractures / K.A. Hildebrand, R.E. Buckley, N.G. Mohtadi, P. Faris // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1996. – Vol. 78, N 1. – P. 119–123.
88. Hollinshead, W. *Anatomy for surgeons*. Philadelphia: Harper & Row, 1982. – P. 462–462.
89. Howard, J.L. Complications following management of displaced intra-articular calcaneal fractures: A prospective randomized trial comparing open reduction internal fixation with nonoperative management / J.L. Howard, R. Buckley, R. McCormack [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2003. – Vol. 17, N 4. – P. 241–249.
90. Huang, P.J. Subtalar arthrodesis for late sequelae of calcaneal fractures: fusion in situ versus fusion with sliding corrective osteotomy / P.J. Huang [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 1999– a. – Vol. 20, N 3. – P. 166–170.
91. Huber, H. Avascular necrosis after osteotomy of the talar neck to correct residual club-foot deformity in children. A long-term review / H. Huber, R. Galantay, M. Dutoit // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2002. – Vol. 84, N 3. – P. 426–430.
92. Humphrey, C.A. Interobserver reliability of a CT-based fracture classification system / C.A. Humphrey, D.R. Dirschl, T.J. Ellis // *J. Orthop. Trauma.* – 2005. – Vol. 19, N 9. – P. 616–622.
93. Isbister, J.F. Calcaneo-fibular abutment following crush fracture of the calcaneus / J.F. Isbister // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1974. – Vol. 56, N 2. – P. 274–278.

94. Jackson, J.B. 3rd. Distraction Subtalar Arthrodesis / J.B. Jackson 3rd, L. Jacobson, R. Banerjee, F. Nickisch // *Foot Ankle Clin.* – 2015. – Vol. 20, N 2. – P. 335–351.
95. Jastifer, J.R. The subtalar joint: Biomechanics and functional representations in the literature / J.R. Jastifer, P.A. Gustafson // *Foot.* – 2014. – Vol. 24, N 4. – P. 203–209.
96. Johansson, J.E. Subtalar arthrodesis for adult traumatic arthritis / J.E. Johansson, J. Harrison, F.A. Greenwood // *Foot Ankle.* – 1982. – Vol. 2, N 5. – P. 294–298.
97. Jotoku, T. Anatomy of ligamentous structures in the tarsal sinus and canal / T. Jotoku, M. Kinoshita, R. Okuda, M. Abe // *Foot Ankle Int.* – 2006. – Vol. 27, N 7. – P. 533–538.
98. Kalamchi, A. Posterior subtalar fusion. A preliminary report on a modified Gallie's procedure / A. Kalamchi, J. Evans // *J. Bone Joint Surgery.* – 1977. – Vol. 59, N 3. – P. 287–289.
99. Keener, B.J. The anatomy of the calcaneus and surrounding structures / B.J. Keener, J.A. Sizensky // *Foot Ankle Clin.* – 2005. – Vol. 10, N 3. – P. 413–424.
100. Kelikian, A.S. *Sarrafian's Anatomy of the Foot and Ankle: Descriptive, Topographic, Functional.* Philadelphia : Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2011. – 759 p.
101. Ketz, J. Corrective Osteotomies for Malunited Extra-Articular Calcaneal Fractures / J. Ketz, M. Clare, R. Sanders // *Foot Ankle Clin.* – 2016. – Vol. 21, N 1. – P. 135–145.
102. Kikuchi, C. Limited sinus tarsi approach for intra-articular calcaneus fractures / C. Kikuchi, T.P. Charlton, D.B. Thordarson // *Foot Ankle Int.* – 2013. – Vol. 34, N 12. – P. 1689–1694.
103. Kitaoka, H.B. Displaced intra-articular fractures of the calcaneus treated non-operatively. Clinical results and analysis of motion and ground-reaction and temporal forces / H.B. Kitaoka, E.J. Schaap, E.Y. Chao, K.N. An // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1994. – Vol. 76, N 10. – P. 1531–1540.
104. Kline, A.J. Minimally invasive technique versus an extensile lateral approach for intra-articular calcaneal fractures / A.J. Kline, R.B. Anderson, W.H. Davis [et al.] //

Foot Ankle Int. – 2013. – Vol. 34, N 6. – P. 773–780.

105. Knupp, M. Medial approach to the subtalar joint: anatomy, indications, technique tips / M. Knupp, L. Zwicky, T.H. Lang [et al.] // Foot Ankle Clin. – 2015. – Vol. 20, N 2. – P. 311–318.

106. Kollias, S.L. Fibular grooving for recurrent peroneal tendon subluxation / S.L. Kollias, R.D. Ferkel // Am. J. Sports Med. – 1997. – Vol. 25, N 3. – P. 329–335.

107. Kwaadu, K.Y. Superior Peroneal Retinacular Injuries in Calcaneal Fractures / K.Y. Kwaadu, J.J. Fleming, D. Florek // J. Foot Ankle Surg. – 2015. – Vol. 54, N 3. – P. 458–463.

108. Lapidus, P.W. Subtalar joint, its anatomy and mechanics / P.W. Lapidus // Bull. Hosp. Joint Dis. – 1955. – Vol. 16, N 2. – P. 179–195.

109. Lawrenc, S.J. The Sural Nerve in the Foot and Ankle: an Anatomic Study With Clinical and Surgical Implications / S.J. Lawrenc, M.J. Botte // Foot Ankle Int. – 1994. – Vol. 15, N 9. – P. 490–494.

110. Lee, H.S. Mid-term follow-up results of calcaneal reconstruction for calcaneal malunion / H.S. Lee, W.J. Kim, E.S. Park [et al.] // BMC Musculoskelet. Disord. – 2019. – Vol. 20, N 1. – P. 43.

111. Lewis, O.J. The joints of the evolving foot. Part I. The ankle joint / O.J. Lewis // J. Anat. – 1980. – Vol. 130, N 3. – P. 527–543.

112. Li, S.-Y. Ligament structures in the tarsal sinus and canal / S.-Y. Li, Z.D. Hou, P. Zhang [et al.] // Foot Ankle Int. – 2013. – Vol. 34, N 12. – P. 1729–1736.

113. Lindsay, W.R. Fractures of the os calcis / W.R. Lindsay, F.P. Dewar // Am. J. Surg. – 1958. – Vol. 95, N 4. – P. 555–576.

114. Longo, U.G. Histopathology of rotator cuff tears / U.G. Longo, A. Berton, W.S. Khan [et al.] // Sports Med. Arthrosc. Rev. – 2011. – Vol. 19, N 3. – P. 227–236.

115. Lord, J.P. correction of extreme flatfoot / J.P. Lord // J. Am. Med. Assoc. – 1923. – Vol. 81, N 18. – P. 1502.

116. Lui, T.H. Arthroscopic management of late complications of calcaneal fractures / T.H. Lui, K.B. Chan // Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc. – 2013. – Vol. 21, N 6. – P. 1293–1299.

117. Maceira, E. Subtalar Anatomy and Mechanics / E. Maceira, M. Monteagudo // *Foot Ankle Clin.* – 2015. – Vol. 20, N 2. – P. 195–221.
118. Madeley, N.J. Responsiveness and Validity of the SF-36, Ankle Osteoarthritis Scale, AOFAS Ankle Hindfoot Score, and Foot Function Index in End Stage Ankle Arthritis / N.J. Madeley, K.J. Wing, C. Topliss [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2012. – Vol. 33, N 1. – P. 57–63.
119. Maffulli, N. Tenocytes from Ruptured and Tendinopathic Achilles Tendons Produce Greater Quantities of Type III Collagen than Tenocytes from Normal Achilles Tendons / N. Maffulli, S.W. Ewen, S.W. Waterston [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2000. – Vol. 28, N 4. – P. 499–505.
120. Maffulli, N. Marked pathological changes proximal and distal to the site of rupture in acute Achilles tendon ruptures / N. Maffulli, U.G. Longo, G.D. Maffulli [et al.] // *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.* – 2011. – Vol. 19, N 4. – P. 680–687.
121. Makki, D. Osteosynthesis of displaced intra-articular fractures of the calcaneum / D. Makki, H.M. Alnajjar, S. Walkay [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2010. – Vol. 92, N 5. – P. 693–700.
122. Malerba, F. Calcaneal Osteotomies / F. Malerba, F. De Marchi // *Foot Ankle Clin.* – 2005. – Vol. 10, N 3. – P. 523–540.
123. Mann, R.A. Isolated subtalar arthrodesis / R.A. Mann, D.N. Beaman, G.A. Horton // *Foot Ankle Int.* – 1998. – Vol. 19, N 8. – P. 511–519.
124. Martens, M.A. Recurrent dislocation of the peroneal tendons. Results of rerouting the tendons under the calcaneofibular ligament / M.A. Martens, J.F. Noyez, J.C. Mulier // *Am. J. Sports Med.* – 1986. – Vol. 14, N 2. – P. 148–150.
125. McLaughlin, H.L. Treatment of late complications after os calcis fractures / H.L. McLaughlin // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1963. – Vol. 30. – P. 111–115.
126. Micheli, L.J. Sliding fibular graft repair for chronic dislocation of the peroneal tendons / L.J. Micheli, P.M. Waters, D.P. Sanders // *Am. J. Sports Med.* – 1989. – Vol. 17, N 1. – P. 68–71.
127. Miniaci-Coxhead, S.L. Incidence and Radiographic Predictors of Valgus Tibiotalar Tilt After Hindfoot Fusion / S.L. Miniaci-Coxhead, B. Weisenthal, J.P. Ketz,

A.S. Flemister // *Foot Ankle Int.* – 2017. – Vol. 38, N 5. – P. 519–525.

128. Mitchell, M.J. Localization of specific joint causing hindfoot pain: Value of injecting local anesthetics into individual joints during arthrography / M.J. Mitchell, D. Bielecki, A.G. Bergman [et al.] // *Am. J. Roentgenol.* – 1995. – Vol. 164, N 6. – P. 1473–1476.

129. Monaco, S.J. Subtalar Distraction Arthrodesis with Fresh Frozen Femoral Neck Allograft / S.J. Monaco, R.A. Brandao, J.M. Manway, P.R. Burns // *Foot Ankle Spec.* – 2016. – Vol. 9, N 5. – P. 423–428.

130. Myerson, M. Late complications of fractures of the calcaneus / M. Myerson, G.E. Quill // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1993. – Vol. 75, N 3. – P. 331–341.

131. Nosewicz, T. Mini-Open Sinus Tarsi Approach with Percutaneous Screw Fixation of Displaced Calcaneal Fractures: A Prospective Computed Tomography-Based Study / T. Nosewicz, M. Knupp, A. Barg [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2012. – Vol. 33, N 11. – P. 925–933.

132. O'Connell, F. Evaluation of modern management of fractures of the os calcis / F. O'Connell, M.A. Mital, C.R. Rowe // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1972. – Vol. 83. – P. 214–223.

133. Palmer, I. The mechanism and treatment of fractures of the calcaneus / I. Palmer // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1948. – Vol. 30, N 1. – P. 2–8.

134. Papadelis, E.A. Isolated Subtalar Distraction Arthrodesis Using Porous Tantalum: A Pilot Study / E.A. Papadelis, P.K. Karampinas, E. Kavroudakis [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2015. – Vol. 36, N 9. – P. 1084–1088.

135. Parisien, J.S. Arthroscopy of the subtalar joint: an experimental approach / J.S. Parisien, T. Vangsness // *Arthroscopy.* – 1985. – Vol. 1, N 1. – P. 53–57.

136. Parkes, J.C. 2nd. The nonreductive treatment for fractures of the os calcis / J.C. Parkes 2nd // *Orthop Clin North Am.* – 1973. – Vol. 4, N 1. – P. 193–195.

137. Petersen, W. Blood supply of the peroneal tendons: injection and immunohistochemical studies of cadaver tendons / W. Petersen, T. Bobka, V. Stein, B. Tillmann // *Acta Orthop. Scand.* – 2000. – Vol. 71, N 2. – P. 168–174.

138. Pollard, J.D. Posterior Bone Block Distraction Arthrodesis of the Subtalar Joint:

A Review of 22 Cases / J.D. Pollard, J.M. Schuberth // *J. Foot Ankle Surg.* – 2008. – Vol. 47, N 3. – P. 191–198.

139. Porter, D. Peroneal tendon subluxation in athletes: fibular groove deepening and retinacular reconstruction / D. Porter, J. McCarroll, E. Knapp, J. Torma // *Foot Ankle Int.* – 2005. – Vol. 26, N 6. – P. 436–441.

140. Raikin, S.M. Intrasheath subluxation of the peroneal tendons / S.M. Raikin, I. Elias, L.N. Nazarian // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2008. – Vol. 90, N 5. – P. 992–999.

141. Rammelt, S. Foot function after subtalar distraction bone- block arthrodesis. A prospective study / S. Rammelt, R. Grass, T. Zawadski [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2004. – Vol. 86, N 5. – P. 659–668.

142. Rammelt, S. Corrective arthrodeses and osteotomies for post-traumatic hindfoot malalignment: indications, techniques, results / S. Rammelt, H. Zwipp // *Int. Orthop.* – 2013. – Vol. 37, N 9. – P. 1707–1717.

143. Rammelt, S. Joint-Preserving Osteotomy for Malunited Intra-articular Calcaneal Fractures / S. Rammelt, R. Grass, H. Zwipp // *J. Orthop. Trauma.* – 2013. – Vol. 27, N 10. – P. e234–e238.

144. Rammelt, S. Percutaneous fixation of intraarticular calcaneus fractures / S. Rammelt, J. Heineck, S. Barthel, H. Zwipp // *Tech. Foot Ankle Surg.* – 2009. – Vol. 8, N 2. – P. 70–76.

145. Randle, J.A. Should calcaneal fractures be treated surgically? A meta-analysis / J.A. Randle, H.J. Kreder, D. Stephen [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2000. – N 377. – P. 217–27.

146. Romash, M.M. Reconstructive osteotomy of the calcaneus with subtalar arthrodesis for malunited calcaneal fractures / M.M. Romash // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1993. – N 290. – P. 157–167.

147. Roussignol, X. Arthroscopic tibiotalar and subtalar joint arthrodesis / X. Roussignol // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2016. – Vol. 102, 1 Suppl. – P. 195–203.

148. Russotti, G.M. Isolated talocalcaneal arthrodesis. A technique using moldable bone graft / G.M. Russotti, J.R. Cass, K.A. Johnson // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1988. –

Vol. 70. – N 10. – P. 1472–1478.

149. Sanders, R. Intra-articular fractures of the calcaneus: present state of the art / R. Sanders // *J. Orthop. Trauma.* – 1992. – Vol. 6, N 2. – P. 252–265.

150. Sanders, R. Operative treatment of displaced intraarticular calcaneal fractures: long-term (10-20 Years) results in 108 fractures using a prognostic CT classification / R. Sanders, Z.M. Vaupel, M. Erdogan, K. Downes // *J. Orthop. Trauma.* – 2014. – Vol. 28, N 10. – P. 551–63.

151. Sangeorzan, B.J. Contact characteristics of the subtalar joint after a simulated calcaneus fracture / B.J. Sangeorzan, D. Ananthakrishnan, A.F. Tencer // *J. Orthop. Trauma.* – 1995. – Vol. 9, N 3. – P. 251–258.

152. Sarmiento, A. Subluxation of peroneal tendons. Case treated by rerouting tendons under calcaneofibular ligament / A. Sarmiento, M. Wolf // *J. Bone Joint Surg.* – 1975. – Vol. 57, N 1. – P. 115–116.

153. Sarrafian, S.K. Anatomy of the foot and ankle: descriptive, topographic, functional / S.K. Sarrafian. Philadelphia : Lippincott, 1983. – 433 p.

154. Savva, N. In situ arthrodesis with lateral-wall ostectomy for the sequelae of fracture of the os calcis / N. Savva, T.S. Saxby // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2007. – Vol. 89, N 7. – P. 919–924.

155. Schepers, T. Current concepts in the treatment of intra-articular calcaneal fractures: results of a nationwide survey / T. Schepers, E.M. van Lieshout, T.M. van Ginhoven [et al.] // *Int. Orthop.* – 2008. – Vol. 32, N 5. – P. 711–715.

156. Schepers, T. The subtalar distraction bone block arthrodesis following the late complications of calcaneal fractures: A systematic review / T. Schepers // *Foot.* – 2013. – Vol. 23, N 1. – P. 39–44.

157. Schuberth, J.M. Minimally Invasive Arthroscopic-Assisted Reduction with Percutaneous Fixation in the Management of Intra-Articular Calcaneal Fractures: A Review of 24 Cases / J.M. Schuberth, M.D. Cobb, R.H. Talarico // *Foot Ankle Surg.* – 2009. – Vol. 48, N 3. – P. 315–322.

158. Schwarzenbach, B. Blood vessels of the sinus tarsi and the sinus tarsi syndrome / B. Schwarzenbach, C. Dora, A. Lang, R.O. Kissling // *Clin. Anat.* – 1997. – Vol. 10, N

3. – P. 173–182.

159. Schwarzenbach, U. The Essex-Lopresti classification of calcaneus fractures / U. Schwarzenbach, A.H. Huggler // *Z. Unfallchir. Versicherungsmed. Berufskr.* – 1985. – Vol. 78, N 2. – P. 87–93.

160. Sharr, P.J. Current management options for displaced intra-articular calcaneal fractures: Non-operative, ORIF, minimally invasive reduction and fixation or primary ORIF and subtalar arthrodesis. A contemporary review / P.J. Sharr, M.M. Mangupli, I.G. Winson, R.E. Buckley // *Foot Ankle Surg.* – 2016. – Vol. 22, N 1. – P. 1–8.

161. Silhanek, A.D. The effect of primary fracture line location on the pattern and severity of intraarticular calcaneal fractures: a retrospective radiographic study / A.D. Silhanek, R. Ramdass, C.M. Lombardi // *J. Foot Ankle Surg.* – 2006. – Vol. 45, N 4. – P. 211–219.

162. Singh, D. Nils Silfverskiöld (1888–1957) and gastrocnemius contracture / D. Singh // *Foot Ankle Surg.* – 2013. – Vol. 19, N 2. – P. 135–138.

163. Smith, J.W. The ligamentous structures in the canalis and sinus tarsi / J.W. Smith // *J. Anat.* – 1958. – Vol. 92, N 4. – P. 616–620.

164. Sobel, M. Longitudinal splitting of the peroneus brevis tendon: an anatomic and histologic study of cadaveric material / M. Sobel, E.F. DiCarlo, W.H. Bohne, L. Collins // *Foot Ankle.* – 1991. – Vol. 12, N 3. – P. 165–170.

165. Soeur, R. Fractures of the calcaneus with displacement of the thalamic portion / R. Soeur, R. Remy // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1975. – Vol. 57, N 4. – P. 413–421.

166. Stapleton, J.J. Surgical Treatment of Calcaneal Fracture Malunions and Posttraumatic Deformities / J.J. Stapleton, R. Belczyk, T. Zgonis // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* – 2009. – Vol. 26, N 1. – P. 79–90.

167. Steel, M.W. 3rd. Radiographic measurements of the normal adult foot / M.W. Steel 3rd, K.A. Johnson, M.A. DeWitz, D.M. Ilstrup // *Foot Ankle.* – 1980. – Vol. 1, N 3. – P. 151–158.

168. Steinböck, G. Treatment of peroneal tendon dislocation by transposition under the calcaneofibular ligament / G. Steinböck, M. Pinsger // *Foot Ankle Int.* – 1994. – Vol. 15, N 3. – P. 107–111.

169. Steindler, A. The treatment of pes cavus (hollow claw foot) // Arch. Surg. – 1921. – Vol. 2, N 2. – P. 325.
170. Stephens, H.M. Calcaneal malunions: results of a prognostic computed tomography classification system / H.M. Stephens, R. Sanders // Foot Ankle Int. – 1996. – Vol. 17, N 7. – P. 395–401.
171. Stulik, J. Minimally-invasive treatment of intra-articular fractures of the calcaneum / J. Stulik, J. Stehlik, M. Rysavy, A. Wozniak // J. Bone Joint Surg. Br. – 2006. – Vol. 88, N 12. – P. 1634–1641.
172. Swanson, S.A. Management of Intra-Articular Fractures of the Calcaneus / S.A. Swanson, M.P. Clare, R.W. Sanders // Foot Ankle Clin. – 2008. – Vol. 13, N 4. – P. 659–678.
173. Tanke, G.M. Fractures of the calcaneus. A review of the literature together with some observations on methods of treatment / G.M. Tanke // Acta Chir. Scand. Suppl. – 1982. – Vol. 505. – P. 1–103.
174. Thermann, H. Long-term results of subtalar fusions after operative versus nonoperative treatment of os calcis fractures / H. Thermann, T. Hübner, E. Schrott [et al.] // Foot Ankle Int. – 1999. – Vol. 20, N 7. – P. 408–416.
175. Thomas, F.B. Arthrodesis of the Subtalar Joint / F.B. Thomas // Bone Joint J. – 1967. – Vol. 49-B, N 1. – P. 93–97.
176. Thompson, M.J. Management of Calcaneal Fracture Malunion with Bone Block Distraction Arthrodesis: A Systematic Review and Meta-Analysis / M.J. Thompson, T.S. Roukis // Clin. Podiatr. Med. Surg. – 2019. – Vol. 36, N 2. – P. 307–321.
177. Thordarson, D.B. Operative vs. nonoperative treatment of intra-articular fractures of the calcaneus: a prospective randomized trial / D.B. Thordarson, L.E. Krieger // Foot Ankle Int. – 1996. – Vol. 17, N 1. – P. 2–9.
178. Title, C.I. The peroneal groove deepening procedure: a biomechanical study of pressure reduction / C.I. Title, H.G. Jung, B.G. Parks, L.C. Schon // Foot Ankle Int. – 2005. – Vol. 26, N 6. – P. 442–448.
179. Tomesen, T. Treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures with closed reduction and percutaneous screw fixation / T. Tomesen, J. Biert, J.P. Frölke // J. Bone

Joint Surg Am. – 2011. – Vol. 93, N 10. – P. 920-928.

180. Tornetta, P. Percutaneous treatment of calcaneal fractures / P. Tornetta // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2000. – N 375. – P. 91–96.

181. Toussaint, R.J. Peroneal tendon displacement accompanying intra-articular calcaneal fractures / R.J. Toussaint, D. Lin, L.K. Ehrlichman [et al.] // J. Bone Joint Surg. Am. – 2014. – Vol. 96, N 4. – P. 310–315.

182. Trnka, H.J. Subtalar distraction bone block arthrodesis / H.J. Trnka, M.E. Easley, P.W. Lam [et al.] // J. Bone Joint Surg. Br. – 2001. – Vol. 83, N 6. – P. 849–854.

183. Uthoff, H.K. The Pathogenesis of Rotator Cuff Tears / H.K. Uthoff, J.F. Lohr // Proceedings of the Third International Conference on Surgery of the Shoulder. – Fukuoka, 1986. – P. 211–212.

184. Veltman, E.S. Long-term Outcomes of 1,730 Calcaneal Fractures: Systematic Review of the Literature / E.S. Veltman, J.N. Doornberg, S.A. Stufkens [et al.] // J. Foot Ankle Surg. – 2013. – Vol. 52, N 4. – P. 486–490.

185. Viladot, A. The subtalar joint: embryology and morphology / A. Viladot, J.C. Lorenzo, J. Salazar, A. Rodríguez // Foot Ankle Int. – 1984. – Vol. 5, N 2. – P. 54–66.

186. Wang, Q. Minimally invasive treatment of calcaneal fracture by percutaneous leverage, anatomical plate, and compression bolts-the clinical evaluation of cohort of 156 patients / Q. Wang, W. Chen, Y. Su [et al.] // J. Trauma. – 2010. – Vol. 69, N 6. – P. 1515–1522.

187. Warrick, C.K. Fractures of the calcaneum, with an atlas illustrating the various types of fracture / C.K. Warrick, A.E. Bremner // J. Bone Joint Surg. Br. – 1953. – Vol. 35, N 1. – P. 33–45.

188. Weber, M. Limited open reduction and internal fixation of displaced intra-articular fractures of the calcaneum / M. Weber, O. Lehmann, D. Sägerser, F. Krause // J. Bone Joint Surg Br. – 2008. – Vol. 90, N 12. – P. 1608–1616.

189. Widen, A. Fractures of the calcaneus: a clinical study with special reference to the technique and results of open reduction / A. Widen // Acta Chir. Scand. Suppl. – 1954. – Vol. 188. – P. 1–119.

190. Yavuz, U. Isolated subtalar fusion for neglected painful intra-articular calcaneal

- fractures / U. Yavuz, S. Sökücü, B. Demir [et al.] // *Acta Orthop. Traumatol. Turc.* – 2014. – Vol. 48, N 5. – P. 541–545.
191. Yoshimura, I. Simultaneous Use of Lateral Calcaneal Osteotomy and Subtalar Arthroscopic Debridement for Residual Pain After a Calcaneal Fracture / I. Yoshimura, R. Ichimura, K. Kanazawa [et al.] // *J. Foot Ankle Surg.* – 2015. – Vol. 54, N 1. – P. 37–40.
192. Young, K.W. Calcaneal reconstruction for the late complication of calcaneus fracture / K.W. Young, K.T. Lee, Y.K. Lee [et al.] // *Orthopedics.* – 2011. – Vol. 34, N 10. – P. e634–638.
193. Yu, G.-R. Reconstruction of calcaneal fracture malunion with osteotomy and subtalar joint salvage: technique and outcomes / G.-R. Yu, S.J. Hu, Y.F. Yang [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2013. – Vol. 34, N 5. – P. 726–733.
194. Yu, G.-R. Surgical Management of Calcaneal Malunion / G.-R. Yu, X. Yu // *J. Orthop. Trauma Rehabil.* – 2013. – Vol. 17, N 1. – P. 2–8.
195. Yu, G.R. Corrective Osteotomies for Malunited Tongue-Type Calcaneal Fractures / G.R. Yu, M.Z. Zhang, Y.F. Yang // *Foot Ankle Clin.* – 2016. – Vol. 21, N 1. – P. 123–134.
196. Zhenbo, Z. Sliding fibular graft repair for the treatment of recurrent peroneal subluxation / Z. Zhenbo, W. Jin, G. Haifeng [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2014. – Vol. 35, N 5. – P. 496–503.
197. Zwipp, H. Posttraumatic deformity correction at the foot / H. Zwipp, S. Rammelt // *Zentralbl. Chir.* – 2003. – Vol. 128, N 3. – P. 218–226.
198. Zwipp, H. Intra-articular fracture of the calcaneus. Classification, assessment and surgical procedures / H. Zwipp, H. Tscherne, N. Wülker, R. Grote // *Unfallchirurg.* – 1989. – Vol. 92, N 3. – P. 117–129.